

**THOMSON**  
\*  
**DELPHION**

RESEARCH

PRODUCTS

INSIDE DELPHION

[Log Out](#) [Work Files](#) [Saved Searches](#)

## The Delphion Integrated View

Buy Now: [PDF](#) | [More choices...](#)Tools: Add to Work File: [Create new Work File](#) [Go](#)View: [Expand Details](#) | [INPADOC](#) | Jump to: [Top](#) [Go to: Derwent](#)[Email this to a friend](#)

Title: **WO9604713A1: SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE AND PRODUCTION METHOD THEREOF**

Derwent Title: Surface acoustic wave device and method of its prodn. - uses IDT under insulating film with different thickness in areas containing conductive film and areas not containing conductive film [\[Derwent Record\]](#)

Country: **WO** World Intellectual Property Organization (WIPO)

Kind: **A1** Publ. of the Int. Appl. with Int. search report <sup>1</sup>

Inventor: **OHKUBO, Yukio;**  
**SATO, Takahiro;**

Assignee: **JAPAN ENERGY CORPORATION**

**OHKUBO, Yukio**

**SATO, Takahiro**

[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)

Published / Filed: **1996-02-15 / 1995-08-04**

Application Number: **WO1995JP0001554**

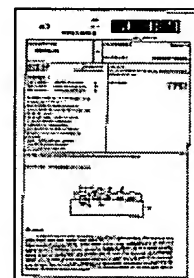
IPC Code: **H03H 3/08; H03H 9/25;**

ECLA Code: **H03H9/02K; H03H9/25;**

Priority Number: 1994-08-05 **JP1994006202991**  
1994-10-20 **JP1994006279737**  
1994-10-20 **JP1994006279738**

Abstract:

A surface acoustic wave device for processing signals of high frequency as high as 1 GHz or above by using surface acoustic waves, which propagate while radiating bulk waves such as a longitudinal wave type leaky wave perpendicular to a piezoelectric substrate, is given a structure of an IDT having a sufficiently small electrical resistance without increasing a propagation loss. The device includes a piezoelectric substrate (10) and an electrode comprising a conductive film (12) for exciting, receiving, reflecting and propagating an elastic surface wave on the piezoelectric substrate (10), and the surface acoustic wave propagates along the surface of the piezoelectric substrate (10) while radiating at least one transverse wave component of a bulk wave perpendicular to the surface of the piezoelectric substrate (10). The thickness of an insulating film of a first region is different from the thickness of an insulating film (18) of a second region so that the acoustic impedance to the surface acoustic wave becomes substantially equal both in the first region where the conductive film (12) inside the electrode is disposed and the second region where the



[High Resolution](#)

[Low Resolution](#)

**67 pages**

(19) 日本国特許庁 (JP)

# 再公表特許 (A 1)

(11) 国際公開番号

WO 96 / 0 4 7 1 3

発行日 平成8年(1996)11月26日

(43) 国際公開日 平成8年(1996)2月15日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 3 H 3/08

9/25

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求

(全 7 2 頁)

出願番号	特願平8-506401	(71) 出願人	株式会社ジャパンエナジー
(21) 国際出願番号	PCT/JP95/01554		東京都港区虎ノ門2丁目10番1号
(22) 国際出願日	平成7年(1995)8月4日	(72) 発明者	大久保 幸夫
(31) 優先権主張番号	特願平6-202991		埼玉県戸田市新曽南3丁目17番35号 株式
(32) 優先日	平6(1994)8月5日		会社ジャパンエナジー内
(33) 優先権主張国	日本 ( J P )	(72) 発明者	佐藤 隆裕
(31) 優先権主張番号	特願平6-279737		埼玉県戸田市新曽南3丁目17番35号 株式
(32) 優先日	平6(1994)10月20日		会社ジャパンエナジー内
(33) 優先権主張国	日本 ( J P )	(74) 代理人	弁理士 北野 好人
(31) 優先権主張番号	特願平6-279738		
(32) 優先日	平6(1994)10月20日		
(33) 優先権主張国	日本 ( J P )		

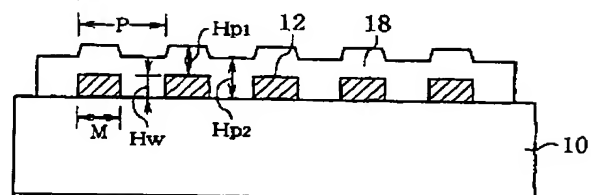
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性表面波装置及びその製造方法

## (57) 【要約】

縦波型リーキー波などの圧電基板の深さ方向にバルク波を放射しながら伝搬する弾性表面波を用いた1GHz以上などの比較的高い周波数を信号処理するような弾性表面波装置において、伝搬損失を増加させることなく、電気抵抗が十分に小さいIDTの構造を提供する。圧電基板10と、圧電基板10上に弾性表面波を励起、受信、反射、伝搬するための導電膜12の構成を提供する。圧電基板10と、圧電基板10上に弾性表面波を励起、受信、反射、伝搬するための導電膜12から構成される電極とを含み、弾性表面波が、圧電基板10の深さ方向にバルク波の少なくとも1つの横波成分を放射しながらその表面を伝搬するものであり、電極内の導電膜12の設けられた第1の領域と、電極内の導電膜12の設けられていない第2の領域の弾性表面波に対する音響インピーダンスがほぼ等しくなるように、第1の領域の絶縁膜18の厚さと、第2の領域の絶縁膜18の厚さとが異なっている。

FIG. 7



【特許請求の範囲】

1. 圧電基板と、

前記圧電基板上に形成された導電膜から構成され、弾性表面波を励起、受信、反射、伝搬する電極と、

前記電極内の導電膜の設けられた第1の領域と、前記電極内の導電膜の設けられていない第2の領域とのうち、少なくとも前記第2の領域に形成された絶縁膜とを有し、

前記弾性表面波が、前記圧電基板の深さ方向にバルク波の少なくとも1つの横波成分を放射しなからその表面を伝搬するものであり、

前記第1の領域と、前記第2の領域の前記弾性表面波に対する音響インピーダンスがほぼ等しくなるように、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さ $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ ) と、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さ $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ ) とが設定されている

ことを特徴とする弾性表面波装置。

2. 請求の範囲第1項記載の弾性表面波装置において、

前記絶縁膜は、前記第1の領域を覆っていることを特徴とする弾性表面波装置

。

3. 請求の範囲第1項又は第2項記載の弾性表面波装置において、

前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記弾性表面波の波長を $\lambda$ とし、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差 ( $H_m + H_{p1} - H_{p2}$ ) が次式

$$-0.03 \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / \lambda \leq 0.01$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置。

4. 請求の範囲第1項又は第2項記載の弾性表面波装置において、

前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記電極内の前記導電膜の電極指周期を $P$ とし、 $2P$ により規格化した、前記絶縁膜の

表面の前記第 1 の領域と前記第 2 の領域の境界の段差  $(H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P)$  が次式

$$\begin{aligned} & -0.108 \times H_m / (2P) - 8.5 \times 10^{-3} \\ & \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq \\ & -0.150 \times H_m / (2P) - 1.0 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置。

5. 請求の範囲第 1 項又は第 2 項記載の弾性表面波装置において、  
前記導電膜の厚さを  $H_m$ 、前記第 1 の領域の前記絶縁膜の厚さを  $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第 2 の領域の前記絶縁膜の厚さを  $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記電極内の前記導電膜の電極指周期を  $P$  とし、 $2P$  により規格化した、前記絶縁膜の表面の前記第 1 の領域と前記第 2 の領域の境界の段差  $(H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P)$  が次式

$$\begin{aligned} & -0.09 \times H_m / (2P) - 6.6 \times 10^{-3} \\ & \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq \\ & -0.24 \times H_m / (2P) + 9.1 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置。

6. 請求の範囲第 1 項乃至第 5 項のいずれかに記載の弾性表面波装置において、  
前記圧電基板が、四ほう酸リチウム基板であることを特徴とする弾性表面波装置。

7. 請求の範囲第 1 項乃至第 6 項のいずれかに記載の弾性表面波装置において、  
前記圧電基板の表面の切り出し角及び弾性表面波の伝搬方向が、オイラ角表示で ( $0^\circ \sim 45^\circ$ 、 $38^\circ \sim 55^\circ$ 、 $80^\circ \sim 90^\circ$ ) 及びそれと等価な範囲内であることを特徴とする弾性表面波装置。

8. 請求の範囲第 1 項乃至第 6 項のいずれかに記載の弾性表面波装置において、  
前記圧電基板の表面の切り出し角及び弾性表面波の伝搬方向が、オイラ角表示で ( $0^\circ \sim 45^\circ$ 、 $30^\circ \sim 90^\circ$ 、 $40^\circ \sim 65^\circ$ ) 及びそれと等価な範囲内

であることを特徴とする弾性表面波装置。

9. 圧電基板上に所定のパターンの導電膜を形成し、弾性表面波を励起、受信、反射、伝搬するための電極を形成する第1の工程と、

前記電極内の導電膜の設けられた第1の領域と、前記電極内の導電膜の設けられていない第2の領域とのうち、少なくとも前記第2の領域に絶縁膜を形成する第2の工程と、

前記第1の領域の絶縁膜の厚さ $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ ) と、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さ $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ ) とを、前記第1の領域と前記第2の領域の前記弾性表面波に対する音響インピーダンスがほぼ等しくなるようにする第3の工程と

を有することを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

10. 請求の範囲第9項記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記第2の工程は、前記絶縁膜を前記第1の領域にも形成することを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

11. 請求の範囲第9項又は第10項記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記第3の工程は、

前記絶縁膜上に平坦化膜を形成する平坦化工程と、

前記第1の領域の前記絶縁膜が露出するまで、前記平坦化膜をエッチングし、その後は、前記絶縁膜と前記平坦化膜のエッチング選択比が所望の値となるエッチング条件で、前記第1の領域又は前記第2の領域の前記絶縁膜のいずれかをより多くエッチングするエッチング工程と

を有することを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

12. 請求の範囲第11項記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記エッチング工程は、ドライエッチングであり、エッチング圧を変化することにより、前記絶縁膜と前記平坦化膜のエッチング選択比を制御することを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

13. 圧電基板上に絶縁膜を形成する第1の工程と、

前記絶縁膜上に電極の導電膜が形成される第1の領域が開口した開口部を有す

るマスクを形成する第2の工程と、

前記マスクを用いて、前記第1の領域の前記絶縁膜を除去する第3の工程と、

前記マスク上及び前記第1の領域の前記圧電基板上に、導電膜を形成する第4の工程と、

前記マスクを除去することにより、前記マスク上の前記導電膜を除去して、前記第1の領域の前記導電膜からなる電極を形成する第5の工程と

を有することを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

14. 請求の範囲第9項乃至第13項のいずれかに記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記弾性表面波装置で励起、受信、反射、伝搬する弾性表面波が、前記圧電基板の深さ方向にバルク波の少なくとも1つの横波成分を放射しながらその表面を伝搬するものであることを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

15. 請求の範囲第9項乃至第14項のいずれかに記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記弾性表面波の波長を $\lambda$ とし、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差 ( $H_m + H_{p1} - H_{p2}$ ) が次式

$$-0.03 \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / \lambda \leq 0.01$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

16. 請求の範囲第9項乃至第14項のいずれかに記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記電極内の前記導電膜の電極指周期を $P$ とし、 $2P$ により規格化した、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差 ( $H_m + H_{p1} - H_{p2}$ ) / ( $2P$ ) が次式

$$\begin{aligned} & -0.108 \times H_m / (2P) - 8.5 \times 10^{-3} \\ & \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq \end{aligned}$$

$$-0.150 \times H_m / (2P) - 1.0 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

17. 請求の範囲第9項乃至第14項のいずれかに記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記電極内の前記導電膜の電極指周期を $P$ とし、 $2P$ により規格化した、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差 ( $H_m + H_{p1} - H_{p2}$ ) / ( $2P$ ) が次式

$$\begin{aligned} & -0.09 \times H_m / (2P) - 6.6 \times 10^{-3} \\ & \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq \\ & -0.24 \times H_m / (2P) + 9.1 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

18. 請求の範囲第9項乃至第17項のいずれかに記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記圧電基板が、四ほう酸リチウム基板であることを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

19. 請求の範囲第9項乃至第18項のいずれかに記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記圧電基板の表面の切り出し角及び弾性表面波の伝搬方向が、オイラ角表示で ( $0^\circ \sim 45^\circ$ 、 $38^\circ \sim 55^\circ$ 、 $80^\circ \sim 90^\circ$ ) 及びそれと等価な範囲内であることを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

20. 請求の範囲第9項乃至第18項のいずれかに記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記圧電基板の表面の切り出し角及び弾性表面波の伝搬方向が、オイラ角表示で ( $0^\circ \sim 45^\circ$ 、 $30^\circ \sim 90^\circ$ 、 $40^\circ \sim 65^\circ$ ) 及びそれと等価な範囲内であることを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## [発明の名称]

弾性表面波装置及びその製造方法

## [技術分野]

本発明は、伝搬モードとしてリーキー波及び縦波型リーキー波などの圧電基板の深さ方向にバルク波を放射しながら伝搬する弾性表面波を用いた弾性表面波装置及びその製造方法に関する。

## [背景技術]

弾性表面波装置は、電気信号を弾性表面波に変換することで信号処理を行う回路素子であり、フィルタ、共振子、遅延線などに用いられる。通常、圧電性のある弾性体基板、すなわち、圧電基板上にインタデジタルトランスジューサ（IDT、櫛型電極、すだれ状電極）と呼ばれる金属などの導電膜からなる電極を設けることにより、電気信号から弾性表面波への変換・逆変換を行っている。

弾性表面波の特性は、圧電基板を伝搬する弾性表面波の伝搬特性に依存しており、特に、弾性表面波装置の高周波化に対応するためには弾性表面波の伝搬速度の速い圧電基板が必要である。

従来、弾性表面波に用いられる基板材料としては、水晶、タンタル酸リチウム（ $\text{LiTaO}_3$ ）、ニオブ酸リチウム（ $\text{LiNbO}_3$ ）、四ほう酸リチウム（ $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ）などが知られている。また、弾性表面波装置に用いられる弾性表面波としては、レイリー波（Rayleigh Wave）やリーキー波（Leaky Surface Wave、漏洩弾性表面波、疑似弾性表面波）が主に知られている。

レイリー波は、弾性体の表面を伝搬する弾性表面波であり、そのエネルギーを圧電基板内へ放射することなく、すなわち、理論上伝搬損失なく伝搬する。レイリー波を利用した弾性表面波装置に用いられる基板材料として、伝搬速度が  $3100\text{ m/sec}$  のSTカット水晶、 $3300\text{ m/sec}$  のXカット  $112^\circ$  Y伝搬の  $\text{LiTaO}_3$ 、 $4000\text{ m/sec}$  の  $128^\circ$  YカットX伝搬の  $\text{LiNbO}_3$

、 $3400\text{ m/sec}$  の  $45^\circ$  XカットZ伝搬の  $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$  などがある。

他方、弾性表面波装置にリーキー波を利用することが検討されている。リーキ



一波は、弾性体の深さ方向にバルク波として一つの横波成分を放射しながら表面に沿って伝搬する弾性表面波である。

一般に、リーキー波は、この放射による伝搬損失が大きく弾性表面波装置への利用は困難であるが、特別な切り出し角及び伝搬方向では比較的伝搬損失が少ないため利用可能である。

また、リーキー波は、レイリー波と比べて伝搬速度が速いため、比較的高い（UHF帯以上の）周波数用の弾性表面波装置に広く利用されている。

リーキー波を利用した弾性表面波装置に用いられる基板材料として、伝搬速度が $3900\text{ m/sec}$ のLSTカット水晶、 $4200\text{ m/sec}$ の $36^\circ$  YカットX伝搬の $\text{LiTaO}_3$ 、 $4500\text{ m/sec}$ の $41^\circ$  YカットX伝搬の $\text{LiNbO}_3$ 、 $4500\text{ m/sec}$ の $64^\circ$  YカットX伝搬の $\text{LiNbO}_3$ などが知られている。

最近、本願発明者らは、リーキー波の理論をさらに発展させて、バルク波として2つの横波成分を基板内部に放射しながら縦波を主成分として伝搬する表面波（以下、縦波型リーキー波という）の存在を明らかにしている。

四ほう酸リチウム（ $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ）の切り出し角及び伝搬方向がオイラー角表示で（ $0^\circ \sim 45^\circ$ 、 $30^\circ \sim 90^\circ$ 、 $40^\circ \sim 90^\circ$ ）及びそれと等価な方向において、伝搬速度が $5000 \sim 7500\text{ m/sec}$ と非常に高速度な弾性表面波が存在することを明らかにした（特開平6-112763号公報参照）。

特に、切り出し角及び伝搬方向がオイラー角表示で（ $0^\circ \sim 45^\circ$ 、 $38^\circ \sim 55^\circ$ 、 $80^\circ \sim 90^\circ$ ）及びそれと等価な方向である場合、伝搬速度が $6500 \sim 7200\text{ m/sec}$ と高速であるだけでなく、電気機械結合係数（ $k^2$ ）が大きく、伝搬損失が低い良好な伝搬特性を示すことが分かっている。

以上、説明したようにリーキー波及び縦波型リーキー波は、一般に伝搬速度がレイリー波より速いため、弾性表面波装置の高周波化に対応させることが可能である。

弾性表面波装置として利用するためには、少なくとも1つのIDTが必要であり、その膜厚により伝搬特性が大きく変化することが知られている。すなわち、

IDTは、通常、アルミニウム (Al) を主成分とする金属膜で構成され、弾性表面波の特性は、その波長 ( $\lambda$ ) で規格化した導電膜の膜厚 (規格化膜厚  $h/\lambda$ ) により変化することが知られている。

一般に、Alなどの導電膜は、その膜厚が薄くなると比抵抗が急激に増加するため、電気抵抗を小さくできる1000 Å以上の膜厚に設定される。そのため、電気抵抗を十分に小さくできる規格化膜厚 ( $h/\lambda$ ) の下限値が存在し、弾性表面波装置の高周波化とともに弾性表面波の波長が短くなり、必要な規格化膜厚の下限値は1～2%以上に上昇する。

例えば、リーキー波や縦波型リーキー波を利用して1GHzの周波数の信号処理をする場合、必要な規格化膜厚は、LSTカット水晶では2.5%以上、36° YカットX伝搬のLiTaO<sub>3</sub>では2.3%以上、41° YカットX伝搬のLiNbO<sub>3</sub>、64° YカットX伝搬のLiNbO<sub>3</sub>では2.2%以上、カット角及び伝搬方向がオイラー角表示で(0°、47.3°、90°)のLi<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>では1.5%以上となり、高い周波数の場合には規格化膜厚の下限はさらに大きくなる。

ところが、本願発明者らはリーキー波及び縦波型リーキー波の分散特性を数値シミュレーションしたところ、基板表面の金属膜がある規格化膜厚より厚くなるとリーキー波及び縦波型リーキー波の伝搬損失が急激に増加するという結果を得た。

次に、その計算方法及び結果について説明する。

数値シミュレーションは、IDTとして通常使用されるシングル電極に対して行った。計算モデルを図1に示す。圧電基板10上に電極指12 (ストリップ) が弾性表面波の伝搬方向に周期Pで形成されており、電極指幅はM、膜厚はHであり、圧電基板10の表面上の弾性表面波の伝搬方向をX<sub>1</sub>、圧電基板10の深さ方向をX<sub>3</sub>、X<sub>1</sub>及びX<sub>3</sub>にそれぞれ垂直な方向をX<sub>2</sub>とする。このIDTの弾性表面波の伝搬特性は、電極指による周期的な摂動効果により1次のブラッグ反射を生じ、伝搬定数κ (波数) に周波数分散が生じる。まず、この伝搬定数κの周波数分散を計算する。弾性表面波の変位U<sub>i</sub>と静電電位Φはフロケ (Floquet) の定

理を用いて、次の式1～4に示す空間高調波の和で表される。

式1

$$U_1^{sub} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=1}^4 A^{(m,n)} \cdot \beta_1^{(m,n)} \cdot \exp j\{\kappa \alpha^{(m,n)} X_3 - (\kappa + \frac{2mP}{\pi} X_1 + \omega t)\}$$

式2

$$\Phi^{sub} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=1}^4 A^{(m,n)} \cdot \beta_4^{(m,n)} \cdot \exp j\{\kappa \alpha^{(m,n)} X_3 - (\kappa + \frac{2mP}{\pi} X_1 + \omega t)\}$$

式3

$$U_1^{scat} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=5}^{10} A^{(m,n)} \cdot \beta_1^{(m,n)} \cdot \exp j\{\kappa \alpha^{(m,n)} X_3 - (\kappa + \frac{2mP}{\pi} X_1 + \omega t)\}$$

式4

$$U^{free} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} A^{(m,0)} \cdot \exp j\{\kappa \alpha^{(m,0)} X_3 - (\kappa + \frac{2mP}{\pi} X_1 + \omega t)\}$$

ここで、弾性表面波の伝搬方向である  $X_3$  方向の減衰定数  $\alpha^{(m,n)}$  と、振幅定数  $\beta_1^{(m,n)}$  は、伝搬定数  $\kappa$  と角周波数  $\omega$  を設定し、 $m$  に対して、各領域で、次の式5に示す運動方程式と、式6に示す準静電近似のマクスウェルの方程式を解くことで求められる。

式5

$$c_{ijkl} U_{k,li} + e_{kij} \phi_{,ki} = \rho \ddot{U}_i$$

式6

$$e_{ikl} U_{k,li} + \varepsilon_{ik} \phi_{,ki} = 0 \quad (i, j, k, l=1, 2, 3)$$

ここで、 $c_{ijkl}$ 、 $e_{kij}$ 、 $\varepsilon_{ik}$  はそれぞれ弾性定数、圧電定数、誘電定数のテンソルで、 $\rho$  は密度である。

また、空間高調波の振幅定数  $A^{(m,n)}$  は、式1～式4に示す境界条件を与えることにより求める。機械的境界条件として、電極指下では変位  $U_1$ 、 $U_2$ 、 $U_3$  と応力  $T_{31}$ 、 $T_{32}$ 、 $T_{33}$  が連続であり、電極指の間では応力  $T_{31}$ 、 $T_{32}$ 、 $T_{33}$  が0である。電氣的境界条件として、電極指下では電位  $\Phi$  が一定であり、電極指間では電位  $\phi$  と電束密度の境界と垂直方向成分  $D_3$  が連続である。

また、電極指間を相互に短絡した短絡電極指（ショートストリップ）の場合は

電極指上の電位 $\Phi$ が0であり、電極指間を短絡せず開放している開放電極指（オープンストリップ）の場合は電極指上の全電荷が0である。

以上の計算から、ある角周波数 $\omega$ に対する伝搬定数 $\kappa$ を求めることができる。  
なお、空間高調波の次数 $m$ は、十分に大きな整数として計算を行った。

一般に、電極指による周期的な摂動により、伝搬定数が1次のブラック反射の条件（ $\text{Re}(\kappa) = \pi/P$ ）を満足する周波数帯域（ストップバンド）が生じる。ショートストリップによるストップバンドの両端の周波数を $f_{s1}$ 、 $f_{s2}$ とし、オープンストリップによるストップバンドの両端の周波数を $f_{o1}$ 、 $f_{o2}$ とする。ストップバンド端での伝搬定数 $\kappa$ の虚数成分は、計算上伝搬損失が生じないレイリー波の場合は0となる（ $\text{Im}(\kappa) = 0$ ）。しかし、リーキー波や縦波型リーキー波の場合は0とならない（ $\text{Im}(\kappa) \neq 0$ ）。

ショートストリップ及びオープンストリップにおけるストップバンド端の周波数から、弾性表面波装置の設計方法として広く利用されているスミスのクロスフィールドモデルに必要なパラメータを抽出することができる。パラメータとして、音響インピーダンスの不整合量 $\varepsilon$ （ $= (Z_o/Z_m) - 1$ ； $Z_o$ は電極指がない部分の音響インピーダンス、 $Z_m$ は電極指のある部分の音響インピーダンス）、エネルギー蓄積量を表すサセプタンス分 $B_e$ 、電気機械結合係数 $k^2$ を求めた。

電極指列が両方向性の場合はショートストリップとオープンストリップにおけるストップバンド端のどちらか一方は必ず一致するが、電極指列が一方向性の場合には一致しない（E. L. Adler et al, "Arbitrarily Oriented SAW Gratings: Network Model and the Coupling-of-Modes Description", IEEE trans. on Ultrason. Ferroelec. Freq. Contr., vol. UFFC-38, no. 3, pp. 220-230 (1991)）。この場合は、一方向性を表すサセプタンス分 $B_r$ も求めた。分散特性におけるストップバンド端の伝搬定数 $\kappa$ の虚数成分とスミスのクロスフィールドモデルより得られるストップバンド端の伝搬定数の虚数成分が一致するような伝搬損失を求めることで、ショートストリップのストップバンド端 $f_{s1}$ 、 $f_{s2}$ における伝搬損

失  $\alpha_{s1}$ 、 $\alpha_{s2}$ 、及びオープンストリップのストップバンド端  $f_{o1}$ 、 $f_{o2}$  における伝搬損失  $\alpha_{o1}$ 、 $\alpha_{o2}$  を求めた。

次に、具体的な計算結果の一例として、カット面及び伝搬方向がオイラ角表示

で ( $0^\circ$ 、 $47.3^\circ$ 、 $90^\circ$ ) の  $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$  における縦波型リーキー波に対する分散特性の A1 膜厚依存性の計算値を図 2～図 5 に示す。

図 2～図 5 は、ストップバンド端の伝搬損失  $\alpha_{s1}$ 、 $\alpha_{s2}$ 、電気機械結合係数  $k^2$ 、エネルギー蓄積量を表すサセプタンス分  $B_e$ 、音響インピーダンスの不整合量  $\varepsilon$  をそれぞれ示している。なお、サセプタンス分  $B_e$  は、音響アドミタンス（音響インピーダンス  $Z_o$  の逆数）で規格化している。ここで、温度は  $25^\circ\text{C}$ 、電極指周期  $P$  で規格化した電極指幅 ( $M/P$ ) は 0.5、電極指はアルミニウムからなるとした。これから、電極指周期の 2 倍の値  $2P$  で規格化した A1 膜の規格化膜厚が 1.7% 以上で伝搬損失が  $0.04\text{ dB}/\lambda$  以上となることがわかる。そのため、電気抵抗が十分に小さい規格化膜厚に設定した場合、比較的高い周波数で動作する弾性表面波装置を設計することは困難であることがわかった。

同様に他のリーキー波においても 1.5 から 4.0% 以上の規格化膜厚で伝搬損失が大きくなることがわかった。

このように、縦波型リーキー波などの圧電基板の深さ方向にバルク波を放射しながら伝搬する弾性表面波の利用において、IDT の規格化膜厚がある程度以上では伝搬損失が増加するため、電極の内部電気抵抗を十分に低く設定した場合、伝搬損失が大きく、弾性表面波装置の挿入損失の劣化を招いていた。

前述したように、弾性表面波装置は、圧電基板上に設けられた IDT（インタデジタルトランスジューサ、すだれ状電極、くし型電極ともいう）を用いて電気信号と圧電基板表面を伝搬する弾性表面波とを相互に変換し、この表面波を利用してフィルタ、共振子、遅延線などの機能を発揮するデバイスである。代表的な IDT の構造は、図 6 A の断面図に示すように、金属ストリップからなる複数対の電極指 12 が圧電基板 10 上に配置されたものである。この電極指 12 は、IDT の内部抵抗を低くするために必要な厚さとしている。

しかしながら、IDT の周期により規格化した膜厚（規格化膜厚  $h/\lambda$ ）が 1

%以上の場合のように、相対的に金属ストリップが厚い場合に金属ストリップの境界部分による表面波の反射が問題となる。この反射により表面波の周波数応答波形の歪みが増大し、目的とする伝搬特性を得ることができない。

従来の弾性表面波装置における I D T の構造として、図 6 B の断面図に示すものが知られている（特公昭 56-36604 号公報参照）。

図 6 B に示す I D T の構造は、電極指 11 を設ける領域の圧電基板 10 に予め凹部 12 を設け、その凹部 12 内に電極指 11 を形成したものである。電極指 11 の側面間に圧電基板 10 があるため、質量的な不連続が低減できる。この従来技術では反射の影響を抑えて特性を向上させようとしている。しかし、凹部 12 の深さにより表面波の伝搬特性が変化するため、その深さを正確に制御することが必要となる。また、凹部 12 の形成方法によっては圧電基板 10 に大きなダメージを与えるため、所定の圧電特性が得られない場合もある。

なお、特公昭 56-36604 号公報記載の発明は、電極部を溝底部に配置し、この電極部と電極の無い部分の弾性表面波に対する音響インピーダンスを実質的にほぼ等しくなるように溝の深さを設定することで、電極での反射を抑えるものである。

また、従来の弾性表面波装置における I D T の構造として、図 6 C の断面図に示すものが知られている。

図 6 C に示す I D T の構造は、全面に形成したアルミニウム金属層上に電極指 11 を設ける領域以外を開口したマスクを設け、その開口した領域のアルミニウムを陽極酸化することにより、電極指 11 の側面間に陽極酸化膜 13 を形成している。電極指 11 間に陽極酸化膜 13 の質量があるため、質量的な不連続を低減できる（特公昭 59-8964 号公報参照）。しかし、陽極酸化膜 13 の厚さは電極指 11 を構成するアルミニウム金属層の厚さにより規定され、また、電極指 11 を構成する金属材料及びその厚さも製造プロセスにより限定される。

このように、従来は、I D T での質量的な不連続を低減するような I D T の構造を製造することが困難であった。

本発明の目的は、縦波型リーキー波などの圧電基板の深さ方向にバルク波を放

射しながら伝搬する弾性表面波を用い、比較的高い周波数を信号処理する弾性表面波装置であって、伝搬損失を増加させることなく、電気抵抗が十分に小さい弾性表面波装置を提供することにある。

本発明の他の目的は、電極での質量的な不連続を低減することができ、周波数応答波形の歪みを生じさせることなく、伝搬特性の劣化を有効に防ぐことのでき

る弾性表面波装置の製造方法を提供することにある。

[発明の開示]

本発明による弾性表面波装置は、圧電基板と、前記圧電基板上に形成された導電膜から構成され、弾性表面波を励起、受信、反射、伝搬する電極と、前記電極内の導電膜の設けられた第1の領域と、前記電極内の導電膜の設けられていない第2の領域とのうち、少なくとも前記第2の領域に形成された絶縁膜とを有し、前記弾性表面波が、前記圧電基板の深さ方向にバルク波の少なくとも1つの横波成分を放射しながらその表面を伝搬するものであり、前記第1の領域と、前記第2の領域の前記弾性表面波に対する音響インピーダンスがほぼ等しくなるように、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さ $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ ) と、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さ $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ ) とが設定されていることを特徴とする。

これにより、第1の領域と第2の領域における音響インピーダンスをほぼ等しくして、電極での質量的な不連続を低減したので、縦波型リーキー波などの圧電基板の深さ方向にバルク波を放射しながら伝搬する弾性表面波を用いて、伝搬損失を増加させることなく、十分に小さな電気抵抗により、比較的高い周波数を信号処理することができる。

上述した弾性表面波装置において、前記絶縁膜は、前記第1の領域を覆っていてもよい。

上述した弾性表面波装置において、前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記弾性表面波の波長を $\lambda$ とし、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差 ( $H_m + H_{p1} - H_{p2}$ ) が次

式

$$-0.03 \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / \lambda \leq 0.01$$

を満たすことが望ましい。

上述した弾性表面波装置において、前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚

さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記電極内の前記導電膜の電極指周期を $P$ とし、 $2P$ により規格化した、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差  $(H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P)$  が次式

$$\begin{aligned} & -0.108 \times H_m / (2P) - 8.5 \times 10^{-3} \\ & \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq \\ & -0.150 \times H_m / (2P) - 1.0 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

を満たすことが望ましい。

上述した弾性表面波装置において、前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記電極内の前記導電膜の電極指周期を $P$ とし、 $2P$ により規格化した、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差  $(H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P)$  が次式

$$\begin{aligned} & -0.09 \times H_m / (2P) - 6.6 \times 10^{-3} \\ & \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq \\ & -0.24 \times H_m / (2P) + 9.1 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

を満たすことが望ましい。

上述した弾性表面波装置において、前記圧電基板が、四ほう酸リチウム基板であることが望ましい。

上述した弾性表面波装置において、前記圧電基板の表面の切り出し角及び弾性表面波の伝搬方向が、オイラ角表示で ( $0^\circ \sim 45^\circ$ 、 $3.8^\circ \sim 55^\circ$ 、 $80^\circ \sim 90^\circ$ ) 及びそれと等価な範囲内であることが望ましい。

上述した弾性表面波装置において、前記圧電基板の表面の切り出し角及び弾性表面波の伝搬方向が、オイラ角表示で ( $0^\circ \sim 45^\circ$ 、 $30^\circ \sim 90^\circ$ 、 $40^\circ$



～65°) 及びそれと等価な範囲内であることが望ましい。

また、本発明による弾性表面波装置の製造方法は、圧電基板上に所定のパターンの導電膜を形成し、弾性表面波を励起、受信、反射、伝搬するための電極を形成する第1の工程と、前記電極内の導電膜の設けられた第1の領域と、前記電極内の導電膜の設けられていない第2の領域とのうち、少なくとも前記第2の領域に絶縁膜を形成する第2の工程と、前記第1の領域の絶縁膜の厚さ $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ ) と、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さ $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ ) とを、前記第1の領域と前記第2の領域の前記弾性表面波に対する音響インピーダンスがほぼ等しくなるようにする第3の工程とを有することを特徴とする。

これにより、第1の領域と第2の領域の音響インピーダンスがほぼ等しくなるようにできるので、電極での質量的な不連続を低減でき、弾性表面波の伝搬損失を低く抑え、より優れた特性の弾性表面波装置を簡単な製造工程により製造することができる。

上述した弾性表面波装置の製造方法において、前記第2の工程では、前記絶縁膜を前記第1の領域に形成してもよい。

上述した弾性表面波装置の製造方法において、前記第3の工程は、前記絶縁膜上に平坦化膜を形成する平坦化工程と、前記第1の領域の前記絶縁膜が露出するまで、前記平坦化膜をエッチングし、その後は、前記絶縁膜と前記平坦化膜のエッチング選択比が所望の値となるエッチング条件で、前記第1の領域又は前記第2の領域の前記絶縁膜のいずれかをより多くエッチングするエッチング工程とを有することが望ましい。

上述した弾性表面波装置の製造方法において、前記エッチング工程は、ドライエッチングであり、エッチング圧を変化することにより、前記絶縁膜と前記平坦化膜のエッチング選択比を制御することが望ましい。

更に、本発明による弾性表面波装置の製造方法は、圧電基板上に絶縁膜を形成する第1の工程と、前記絶縁膜上に電極の導電膜が形成される第1の領域が開口した開口部を有するマスクを形成する第2の工程と、前記マスクを用いて、前記第1の領域の前記絶縁膜を除去する第3の工程と、前記マスク上及び前記第1の

領域の前記圧電基板上に、導電膜を形成する第4の工程と、前記マスクを除去することにより、前記マスク上の前記導電膜を除去して、前記第1の領域の前記導電膜からなる電極を形成する第5の工程とを有することを特徴とする。

これにより、同一のマスクを用いて絶縁膜と導電膜を形成するので、それぞれのパターン間のずれが無く、整合性よく形成できる。更に、絶縁膜と導電膜の厚さをそれぞれ独立に設定することができるので、電極での質量的な不連続を低減でき、弾性表面波の伝搬損失を低く抑え、より優れた特性の弾性表面波装置を簡

単な製造工程により製造することができる。

上述した弾性表面波装置の製造方法において、前記弾性表面波装置で励起、受信、反射、伝搬する弾性表面波が、前記圧電基板の深さ方向にバルク波の少なくとも1つの横波成分を放射しながらその表面を伝搬するものであることが望ましい。

上述した弾性表面波装置の製造方法において、前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記弾性表面波の波長を $\lambda$ とし、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差 ( $H_m + H_{p1} - H_{p2}$ ) が次式

$$-0.03 \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / \lambda \leq 0.01$$

を満たすことが望ましい。

上述した弾性表面波装置の製造方法において、前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記電極内の前記導電膜の電極指周期を $P$ とし、 $2P$ により規格化した、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差 ( $H_m + H_{p1} - H_{p2}$ ) / ( $2P$ ) が次式

$$\begin{aligned} & -0.108 \times H_m / (2P) - 8.5 \times 10^{-3} \\ & \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq \\ & -0.150 \times H_m / (2P) - 1.0 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

を満たすことが望ましい。

上述した弾性表面波装置の製造方法において、前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記電極内の前記導電膜の電極指周期を $P$ とし、 $2P$ により規格化した、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差  $(H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P)$  が次式

$$\begin{aligned} & -0.09 \times H_m / (2P) - 6.6 \times 10^{-3} \\ & \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq \\ & -0.24 \times H_m / (2P) + 9.1 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

を満たすことが望ましい。

上述した弾性表面波装置の製造方法において、前記圧電基板が、四ほう酸リチウム基板であることが望ましい。

上述した弾性表面波装置の製造方法において、前記圧電基板の表面の切り出し角及び弾性表面波の伝搬方向が、オイラ角表示で ( $0^\circ \sim 45^\circ$ 、 $38^\circ \sim 55^\circ$ 、 $80^\circ \sim 90^\circ$ ) 及びそれと等価な範囲内であることが望ましい。

上述した弾性表面波装置の製造方法において、前記圧電基板の表面の切り出し角及び弾性表面波の伝搬方向が、オイラ角表示で ( $0^\circ \sim 45^\circ$ 、 $30^\circ \sim 90^\circ$ 、 $40^\circ \sim 65^\circ$ ) 及びそれと等価な範囲内であることが望ましい。

[図面の簡単な説明]

図1は、数値シミュレーションに用いた従来の弾性表面波装置におけるシングル電極型IDTの断面構造を示す図である。

図2は、四ほう酸リチウム基板上の縦波型リーキー波におけるストップバンド端の伝搬損失 $\alpha_{s1}$ 、 $\alpha_{s2}$ の電極膜厚依存性のシミュレーション結果を示すグラフである。

図3は、四ほう酸リチウム基板上の縦波型リーキー波における電気機械結合係数 $k^2$ の電極膜厚依存性のシミュレーション結果を示すグラフである。

図4は、四ほう酸リチウム基板上の縦波型リーキー波におけるエネルギー蓄積量及び一方向性を表すサセプタンス分 $B_e$ 、 $B_r$ の電極膜厚依存性のシミュレーション結果を示すグラフである。

図5は、四ほう酸リチウム基板上の縦波型リーキー波における音響インピーダンスの不整合量 $\varepsilon$ の電極膜厚依存性のシミュレーション結果を示すグラフである。

図6A～Cは、従来の弾性表面波の電極構造を説明するための断面図である。

図7は、数値シミュレーションに用いた本発明による弾性表面波装置におけるシングル電極型IDTの断面構造を示す図である。

図8は、絶縁膜の厚さ $H_p 1 / 2 P = 0$ の場合のストップバンド端の伝搬損失 $\alpha_{s1}$ のシミュレーション結果を示すグラフである。

図9は、絶縁膜の厚さ $H_p 1 / 2 P = 0$ の場合の電気機械結合係数 $k^2$ のシミュレーション結果を示すグラフである。

図10は、絶縁膜の厚さ $H_p 1 / 2 P = 0$ の場合の一方向性を表すサセプタンス分 $B_r$ のシミュレーション結果を示すグラフである。

図11は、絶縁膜の厚さ $H_p 1 / 2 P = 0$ の場合の音響インピーダンスの不整合量 $\varepsilon$ のシミュレーション結果を示すグラフである。

図12は、絶縁膜の厚さ $H_p 1 / 2 P = 0.02$ の場合のストップバンド端の伝搬損失 $\alpha_{s1}$ のシミュレーション結果を示すグラフである。

図13は、絶縁膜の厚さ $H_p 1 / 2 P = 0.02$ の場合の電気機械結合係数 $k^2$ のシミュレーション結果を示すグラフである。

図14は、絶縁膜の厚さ $H_p 1 / 2 P = 0.02$ の場合の一方向性を表すサセプタンス分 $B_r$ のシミュレーション結果を示すグラフである。

図15は、絶縁膜の厚さ $H_p 1 / 2 P = 0.02$ の場合の音響インピーダンスの不整合量 $\varepsilon$ のシミュレーション結果を示すグラフである。

図16は、絶縁膜の厚さ $H_p 1 / 2 P = 0.04$ の場合のストップバンド端の伝搬損失 $\alpha_{s1}$ のシミュレーション結果を示すグラフである。

図17は、絶縁膜の厚さ $H_p 1 / 2 P = 0.04$ の場合の電気機械結合係数 $k^2$ のシミュレーション結果を示すグラフである。

図18は、絶縁膜の厚さ $H_p 1 / 2 P = 0.04$ の場合の一方向性を表すサセプタンス分 $B_r$ のシミュレーション結果を示すグラフである。

図19は、絶縁膜の厚さ $H_p 1 / 2 P = 0.04$ の場合の音響インピーダンスの不整合量 $\varepsilon$ のシミュレーション結果を示すグラフである。

図20は、絶縁膜の厚さ $H_p 1 / 2 P = 0.06$ の場合のストップバンド端の伝搬損失 $\alpha_{sl}$ のシミュレーション結果を示すグラフである。

図21は、絶縁膜の厚さ $H_p 1 / 2 P = 0.06$ の場合の電気機械結合係数 $k^2$ のシミュレーション結果を示すグラフである。

図22は、絶縁膜の厚さ $H_p 1 / 2 P = 0.06$ の場合の一方向性を表すサセプタンス分 $B_r$ のシミュレーション結果を示すグラフである。

図23は、絶縁膜の厚さ $H_p 1 / 2 P = 0.06$ の場合の音響インピーダンスの不整合量 $\varepsilon$ のシミュレーション結果を示すグラフである。

図24は、本発明の一実施例による弾性表面波装置の構造を説明するための図である。

図25は、本発明の一実施例による弾性表面波装置の通過周波数特性を示すグラフである。

図26は、比較例の弾性表面波装置の通過周波数特性を示すグラフである。

図27A～Dは、本発明の一実施例による弾性表面波装置の製造方法の工程断面図である。

図28は、ドライエッチングにおける $CF_4$ ガスの圧力と、 $SiO_2$ 膜及びレジスト膜のエッチング速度の関係を示すグラフである。

図29A～Cは、本発明の一実施例による弾性表面波装置の製造方法により製造された弾性表面波装置の断面図である。

図30A～Eは、本発明の他の実施例による弾性表面波装置の製造方法の工程断面図である。

図31は、ドライエッチングにおける $CF_4$ ガスの圧力と、 $SiO_2$ 膜のエッチング速度と四ほう酸リチウムに対するエッチング速度の比を示すグラフである。

[発明を実施するための最良の形態]

本願発明者らは、図7に示す電極構造の計算モデルを採用し、伝搬損失が小さくすることができる最適な電極構造を数値シミュレーションより求めた。

図7は、圧電基板10の表面に周期Pで電極指12が形成され、その表面上に絶縁膜18が形成された電極構造である。絶縁膜18の厚さは、電極指12上とそれ以外の圧電基板10上では異なった値としている。シミュレーションは、上述のシングル電極型IDTに対する方法を改良した。上述の式1～式4の他に、次に示す式7及び式8で示すような絶縁膜18中での各方向の変位及び電位を考慮することで行った。

式7

$$U_i^{film} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=1}^{18} A^{(m,n)} \cdot \beta_i^{(m,n)} \cdot \exp j\{\kappa \alpha^{(m,n)} X_3 - (\kappa + \frac{2mP}{\pi} X_1 + \omega t)\}$$

式8

$$\Phi^{film} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=1}^{18} A^{(m,n)} \cdot \beta_4^{(m,n)} \cdot \exp j\{\kappa \alpha^{(m,n)} X_3 - (\kappa + \frac{2mP}{\pi} X_1 + \omega t)\}$$

上述した方法と同様に、式1～式4及び式7、8の境界条件を満足することにより、伝搬定数 $\kappa$ の周波数分散特性を求めることができる。このようにして求めた分散特性から、上述の方法と同様にして、設計に必要なパラメータを求めた。なお、弾性表面波は縦波型リーキー波であり、圧電基板を四ほう酸リチウム単結晶とし、切り出し角及び弾性表面波の伝搬方向がオイラー角表示で(0°、47°、90°)となるように電極指が設けられており、電極指がアルミニウム、絶縁膜が二酸化ケイ素で形成された条件とした。

次に、シミュレーション結果を示す。

図8～図11は、電極指周期Pの2倍の2Pにより規格化した電極指12上の絶縁膜18の厚さ $H_{p1}/2P$ が0の場合のストップバンド端の伝搬損失 $\alpha_{s1}$ 、電気機械結合係数 $k^2$ 、一方向性を表すサセプタンス分 $B_r$ 、音響インピーダンスの不整合量 $\varepsilon$ をそれぞれ示している。横軸を、規格化した絶縁膜18表面の段差 $\Delta H (= (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P))$ とし、縦軸を、規格化した電極指の厚さ $H_m / (2P)$ として示している。

図12～図15は、電極指周期Pの2倍の2Pにより規格化した電極指12上の絶縁膜18の厚さ $H_{p1}/2P$ が0.02の場合のストップバンド端の伝搬損失 $\alpha_{s1}$ 、電気機械結合係数 $k^2$ 、一方向性を表すサセプタンス分 $B_r$ 、音響イン

ピーダンスの不整合量  $\varepsilon$  をそれぞれ示している。

図 16～図 19 は、電極指周期  $P$  の 2 倍の  $2P$  により規格化した電極指 12 上の絶縁膜 18 の厚さ  $H_{p1}/2P$  が 0.04 の場合のストップバンド端の伝搬損失  $\alpha_{s1}$ 、電気機械結合係数  $k^2$ 、一方向性を表すサセプタンス分  $B_r$ 、音響インピーダンスの不整合量  $\varepsilon$  をそれぞれ示している。

図 20～図 23 は、電極指周期  $P$  の 2 倍の  $2P$  により規格化した電極指 12 上の絶縁膜 18 の厚さ  $H_{p1}/2P$  が 0.06 の場合のストップバンド端の伝搬損失  $\alpha_{s1}$ 、電気機械結合係数  $k^2$ 、一方向性を表すサセプタンス分  $B_r$ 、音響インピーダンスの不整合量  $\varepsilon$  をそれぞれ示している。

実際の弾性表面波装置における IDT による伝搬損失特性を反映しているストップバンド端の伝搬損失  $\alpha_{s1}$  は、絶縁膜 18 表面の段差  $\Delta H$  に強く依存している。

電極指 12 の厚さ  $H_m/(2P)$  や電極指 12 上の絶縁膜 18 の厚さ  $H_{p1}/2P$  が比較的厚い場合、例えば、それぞれが 6% 程度までの厚さの場合には、ストップバンド端の伝搬損失  $\alpha_{s1}$  は、電極指 12 の厚さ  $H_m/(2P)$  や電極指 12 上の絶縁膜 18 の厚さ  $H_{p1}/2P$  にはあまり影響されないことがわかる。

この範囲では、絶縁膜 18 表面の段差  $\Delta H$  が  $-0.03$  以上、 $0.01$  以下において伝搬損失が  $0.02 \text{ dB}/\lambda$  以下にできることがわかる。

また、この範囲では、音響インピーダンスの不整合量  $\varepsilon$  の絶対値が 3% 以下であり、電極指 12 のある部分と電極指 12 のない部分の音響インピーダンスをほぼ等しくすることで、電極指 12 の厚さ  $H_m/(2P)$  が比較的厚い場合でも伝搬損失を  $0.02 \text{ dB}/\lambda$  以下に抑えられることがわかる。

なお、電極指 12 上に絶縁膜 18 がない ( $H_{p1}/2P = 0$ ) 場合と比べ、電極指 12 上に絶縁膜 18 がある場合の方が  $0.02 \text{ dB}/\lambda$  以下の伝搬損失が得られる範囲が広がることがわかる。

さらに、音響インピーダンスの不整合量  $\varepsilon$  を十分に低く、 $\pm 0.5\%$  以下とすると、電極 12 内の多重反射による周波数応答の歪みを抑えることができる。この範囲の規格化した絶縁膜 18 表面の段差  $\Delta H (= (H_m + H_{p1} - H_{p2}))$

／（２Ｐ））は、電極指１２の厚さ $H_m$ ／（２Ｐ）に若干依存し、次式を満たす範囲に設定することが望ましい。

$$\begin{aligned} & -0.108 \times H_m / (2P) - 8.5 \times 10^{-3} \\ & \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq \\ & -0.150 \times H_m / (2P) - 1.0 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

加えて、弾性表面波装置の設計において、電極指列の一方向性を表わすサセプタンス分 $B_r$ を十分に小さな値とすることが必要な場合がある。

このような場合には、伝搬損失が低く、かつ、一方向性を表わすサセプタンス分 $B_r$ を十分に低く、例えば、±０．５％以下にできる範囲における、規格化した絶縁膜１８表面の段差 $\Delta H$ （＝（ $H_m + H_{p1} - H_{p2}$ ）／（２Ｐ））は、電

極指１２上の絶縁膜１８の厚さ $H_{p1}$ ／（２Ｐ）にはほとんど依存せず、次式を満たす範囲に設定することが望ましい。

$$\begin{aligned} & -0.09 \times H_m / (2P) - 6.6 \times 10^{-3} \\ & \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq \\ & -0.24 \times H_m / (2P) + 9.1 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

なお、以上の範囲において電気機械結合係数 $k^2$ は２．５～３．０％程度の十分な値が得られ、また、温度特性にも優れていることがわかった。

次に、本発明の一実施例による弾性表面波装置について図２４～図２５を用いて説明する。

実施例の弾性表面波装置の構造を図２３に示す。この弾性表面波装置は、主面が（０１１）面である四ほう酸リチウム単結晶からなる圧電基板１０上に、電極線幅 $\lambda/4$ のインタディジタル電極からなる入力ＩＤＴ２０と出力ＩＤＴ２２が形成され、これら入力ＩＤＴ２２と出力ＩＤＴ２４間の伝搬領域に、入力ＩＤＴ２２と出力ＩＤＴ２４と同一周期及び同一開口長のショートストリップ２４が形成されているトランスバーサルフィルタである。

入力ＩＤＴ２０と出力ＩＤＴ２２は同じ構成であり、電極指が２０．５対であり、電極指周期が４ $\mu$ m（電極指幅が２ $\mu$ m、波長が８ $\mu$ m）であり、開口長が４００ $\mu$ mであり、弾性表面波の伝搬方向がオイラ角表示で（０°、４７．３°



、 $90^\circ$  ) となるような向きに形成されている。

入力 IDT 20、出力 IDT 22 及びショートストリップ 24 は、厚さ 200 nm のアルミニウム (Al) により形成されており、規格化膜厚が 2.5% ( $H_m = 0.025$ ) である。

入力 IDT 20、出力 IDT 22 及びショートストリップ 24 の電極指の間には、厚さ 200 nm の二酸化珪素 ( $SiO_2$ ) からなる絶縁膜 18 が形成されている。入出力 IDT 20 及び出力 IDT 22 の電極指上には、電極指間のショートを防ぎ、信頼性を向上するためにごく薄い絶縁膜 18 が残されている。したが

て、 $H_p 2 / 2P = 0.025$ 、 $H_p 1 / 2P \approx 0$  となる。

ショートストリップ 24 の伝搬路の長さを、それぞれ、0.4 mm、0.8 mm 及び 1.2 mm とした場合の通過周波数特性を図 25 に示す。本実施例によれ

は、伝搬路長を変化させても最小挿入損失はほとんど変化せず、伝搬損失が 0.02 dB/ $\lambda$  以下と良好なことがわかる。

比較例として、入力 IDT 20、出力 IDT 22 及びショートストリップ 24 内の電極指間に絶縁膜 18 が設けられておらず、入力 IDT 20、出力 IDT 22 及びショートストリップ 24 のアルミニウム (Al) の膜厚を 160 nm と薄くし、他は構造は実施例と同様にした弾性表面波装置について通過周波数特性を測定した。この比較例では、 $H_m / 2P = 0.02$ 、 $H_p 1 / 2P = H_p 2 / 2P = 0$  となる。

ショートストリップ 24 の伝搬路の長さを、それぞれ、0.4 mm、0.8 mm 及び 1.2 mm とした場合の比較例の通過周波数特性を図 26 に示す。この比較例によれば、伝搬路長を変化させると最小挿入損失が大きく変化し、伝搬損失が 0.1 dB/ $\lambda$  以上になることがわかる。

以上の通り、本実施形態による弾性表面波装置は、圧電基板と、該圧電基板上に弾性表面波を励起、受信、反射、伝搬するための導電膜から構成される電極とを含み、該弾性表面波が、前記圧電基板の深さ方向にバルク波の少なくとも 1 つの横波成分を放射しながらその表面を伝搬するものであり、電極内の導電膜の設

けられた領域と、電極内の導電膜の設けられていない領域の前記弾性表面波に対する音響インピーダンスがほぼ等しいものである。このため、縦波型リーキー波などの圧電基板の深さ方向にバルク波を放射しながら伝搬する弾性表面波を用いた1GHz以上などの比較的高い周波数を信号処理するような弾性表面波装置において、伝搬損失を増加させることなく、電気抵抗が十分に小さい電極構造が可能であり、更なる高周波動作の要求に十分対応することができる。

次に、本発明の一実施例による弾性表面波装置の製造方法について図27乃至図29を用いて説明する。

圧電基板10として(011)カットの四ほう酸リチウム単結晶からなる基板を用いる。まず、図27Aに示すように、圧電基板10の全面に導電膜12として厚さ0.14 $\mu$ mの純アルミニウム膜を真空蒸着法により成膜する。続いて、弾性表面波が90°X伝搬するようにパターンニングされたフォトリソパターン(図示せず)をマスクとして導電膜12をエッチングしてIDTを形成する。

このとき、IDT以外の領域に膜厚測定用のモニタ部26、ボンディングパッド(図示せず)等をパターンニングする。導電膜12のエッチングは、四ほう酸リチウム基板10がエッチングされないように、pHが10以上のアルカリ性のエッチング液を用いて行う。

IDT形状は、電極指幅が1 $\mu$ m、電極指周期が2 $\mu$ m、IDT周期が4 $\mu$ m、開口長が200 $\mu$ m、IDT対数が20.5対であり、弾性表面波が90°X伝搬するように2つのIDTを配置している。この場合の基板の切りだし角及び表面波の伝搬方向は、オイラ角表示で(0°、47.3°、90°)である。

次に、図27Bに示すように、導電膜12、膜厚測定用のモニタ部26等をもった圧電基板10の表面に絶縁膜であるSiO<sub>2</sub>膜18を形成する。スパッタリング法により厚さ0.43 $\mu$ mのSiO<sub>2</sub>膜18を形成する。電極指の周期、すなわち、電極指幅の2倍に比べて導電膜12、SiO<sub>2</sub>膜18の厚さは十分薄く、3分の1程度であるので、SiO<sub>2</sub>膜18は厚さは全面ほぼ均一であり、導電膜12の厚みと同程度の凹凸がその表面に形成される。

次に、図27Cに示すように、SiO<sub>2</sub>膜18上に平坦化層となるレジスト膜

28を形成する。このレジスト膜28は、ノボラック樹脂系のレジスト（商品名「HPR-1183」、富士ハント社製）を回転塗布し、その後、後述のエッチング工程の温度よりも高い温度、好ましくは150℃以上でベーキングする。レジスト膜28の表面は導電膜12の厚みに比べて十分に平坦となり、その凹凸が0.03 μm以下に形成される。

次に、図27Dに示すように、レジスト膜28上からエッチングすることにより、SiO<sub>2</sub>膜18の厚さを導電膜12が形成されている領域と、形成されていない領域とで異なるようにする。エッチングは、平行平板プラズマエッチング装置を用いたドライエッチングである。流量40 sccmのCF<sub>4</sub>を用い、RFパワーは100Wとした。

レジスト膜28とSiO<sub>2</sub>膜18のエッチング速度は異なり、エッチング圧であるCF<sub>4</sub>のガス圧に大きく依存している。図28に、レジスト膜28とSiO<sub>2</sub>膜18のエッチング速度と、エッチング圧との関係を示す。図28のグラフから、レジスト膜28のエッチング速度R<sub>r</sub>とSiO<sub>2</sub>膜のエッチング速度R<sub>s</sub>の比であ

るエッチング選択比R<sub>r</sub>/R<sub>s</sub>が変化することがわかる。

レジスト膜28とSiO<sub>2</sub>膜18を同時にエッチングする場合には、SiO<sub>2</sub>膜18がエッチングされることにより発生する酸素によりレジスト膜28のエッチング速度が速くなるので、計算値よりエッチング圧を低めに設定する。

エッチングを開始すると、当初はレジスト膜28のみがエッチングされ、SiO<sub>2</sub>膜18の凹部にレジスト膜28が残された状態となる。さらに、エッチングを進めると、エッチング圧により設定されたエッチング選択比により、SiO<sub>2</sub>膜18とレジスト膜28がいずれかが多くエッチングされる。その結果、導電膜12が形成されている領域と、導電膜12が形成されていない領域とで、エッチング量が異なり、表面に凹凸が形成される。

この凹凸での段差ΔHは、図29A～Cに示すように、次式

$$\Delta H = H_m + H_{p1} - H_{p2}$$

で定義される。但し、H<sub>m</sub>は導電膜12の厚さ、H<sub>p1</sub>は導電膜12上のSiO

膜18の厚さ、 $H_p$ は導電膜12が形成されていない圧電基板10上の $SiO_2$ 膜18の厚さである。

レジスト膜28が全てエッチング除去された時点でエッチングを終了すると段差 $\Delta H$ は、

$$\Delta H = H_m (1 - (R_r / R_s))$$

となる。すなわち、レジスト膜28の表面に $SiO_2$ 膜18が露出した時点で残ったレジスト膜28の厚さは導電膜12の厚さ $H_m$ に相当し、その後、レジスト膜28をすべて除去するまでの時間は $H_m / R_r$ に等しい。この時間内に $SiO_2$ 膜18も同時にエッチングされるので、エッチング速度の差である $(R_r - R_s)$ と、その時間 $H_m / R_r$ の積から、段差 $\Delta H$ は上式の関係となる。

図29Cは、エッチング選択比 $(R_r / R_s)$ が1未満の場合のエッチング結果であり、図29Bは、エッチング選択比 $(R_r / R_s)$ がほぼ1の場合のエッチング結果であり、図29Aは、エッチング選択比 $(R_r / R_s)$ が1を越えた場合のエッチング結果である。

$R_r / R_s$ が1未満では導電膜12上が凹部となるように $SiO_2$ 膜18が残され、 $R_r / R_s$ がほぼ1では $SiO_2$ 膜18の表面は平坦となり、 $R_r / R_s$ が1

を超えた場合には導電膜12上が凸部となるように $SiO_2$ 膜18が残される。

このようにエッチング選択比 $(R_r / R_s)$ を制御することにより、導電膜12が形成されている領域と、形成されていない領域とで、 $SiO_2$ 膜18をそれぞれ所望の厚さに制御できることがわかる。

本実施例では、エッチング圧を5Pa、8Paまたは10Paとし、モニタ部26上に残された $SiO_2$ 膜18の厚さをドライエッチングを行いながらレーザー干渉計を用いて光学的に測定し、その厚さが $0.1 \mu m$ となった時点でエッチングを終了した。

エッチング圧が5Paの場合、エッチング選択比 $(R_r / R_s)$ は約0.7であり、図29Aに示すように、導電膜12のない部分の $SiO_2$ 膜18が凸部となり、段差 $\Delta H$ は $-21.1 nm$ と負となった。

エッチング圧が8 Paの場合、エッチング選択比 ( $R_r/R_s$ ) は約1.0であり、図29Bに示すように、導電膜12の有無に関わらずSiO<sub>2</sub>膜18の表面は平坦となり、段差ΔHは1.7 nmとほぼ零となった。

エッチング圧が10 Paの場合、エッチング選択比 ( $R_r/R_s$ ) は約1.1であり、図29Cに示すように、導電膜12上のSiO<sub>2</sub>膜18の部分が凸部となり、段差ΔHは5.8 nmで正となった。

このように、エッチング圧を5 Paから10 Paに変化することにより、段差ΔHを負から正に制御することができる。また、エッチング中にモニタ部26上の膜厚を測定する上述したモニタ方法により、SiO<sub>2</sub>膜18の厚さをその場で測定し、高い精度で制御することができるので、中心周波数などの弾性表面波装置の電気的特性のバラツキが低減され、再現性が向上する。

その後、ボンディングパッド部 (図示せず) 上のSiO<sub>2</sub>膜18を選択的に除去し、パッケージに収めるなどのアセンブリ工程を経て弾性表面波フィルタとして完成する。

このように、本実施形態によれば、インタデジタル電極上に絶縁膜を全面に形成した後、IDT内で圧電基板上と導電膜上との絶縁膜の厚さを異なったものとしているので、簡単な製造工程により微細構造のIDTにおける質量的な不連続が低減することができる。したがって、弾性表面波の周波数応答の歪みを低く抑

え、よりすぐれた特性の弾性表面波装置を簡単な工程で作製することができる。

次に、本発明の他の実施例による弾性表面波装置の製造方法について図30及び図31を用いて説明する。

圧電基板10として(011)カットの四ほう酸リチウム単結晶からなる基板を用いる。まず、図30Aに示すように、圧電基板10の全面に絶縁膜としてスパッタリング法により厚さ0.1 μmのSiO<sub>2</sub>膜18を形成する。この絶縁膜と

しては、SiO<sub>x</sub> ( $X \approx 1$ ) などの他の酸化珪素膜を用いることもできる。

次に、図30Bに示すように、SiO<sub>2</sub>膜18上にマスクとなるレジスト膜30を形成する。このレジスト膜30は、厚さ1.4 μmであり、目的のIDTパ

ターン形状の開口部32を有する。この開口部32を精度よく形成するため、解像力の高いノボラック樹脂系レジスト（商品名「HPR-1183」富士ハント社製）を用いている。IDT形状は、電極指幅が $1\mu\text{m}$ 、電極指周期が $2\mu\text{m}$ 、IDT周期が $4\mu\text{m}$ 、開口長が $200\mu\text{m}$ 、IDT対数が20.5対であり、弾性表面波が $90^\circ$  X伝搬するように2つのIDTを配置している。この場合の圧電基板10の切りだし角及び表面波の伝搬方向は、オイラ角表示で $(0^\circ, 47.3^\circ, 90^\circ)$ である。

次に、図30Cに示すように、レジスト膜30をマスクとして開口部32の $\text{SiO}_2$ 膜をドライエッチングする。ドライエッチングは、 $\text{CF}_4$ をエッチングガスとして用い、平行平板プラズマエッチング装置で行った。RFパワーは150Wで、ガス圧は12Paである。この条件で、圧電基板10の四ほう酸リチウムと $\text{SiO}_2$ 膜18のエッチング速度の比は10以上ある。このため、 $\text{SiO}_2$ 膜18を充分にエッチングしても圧電基板10はほとんど侵されず、ダメージを受けることはない。

エッチングガス $\text{CF}_4$ のガス圧を変えた場合の $\text{SiO}_2$ に対するエッチング速度と、四ほう酸リチウムと $\text{SiO}_2$ に対するエッチング速度の選択比を図31に示す。

エッチングガス圧が5Pa以上では選択比が5以上となる。特に、エッチングガス圧が10Pa以上では選択比が10以上となる。圧電基板10のダメージを少なくするためには、5以上の選択比が必要であり、10以上の選択比が望ましい。

い。

エッチングガス圧が14Paを超えると選択比は向上するが $\text{SiO}_2$ のエッチング速度が低くなり、生産性が低下する。

なお、エッチングガスに他の $\text{CHF}_3$ などのふっ化炭素化合物を用いることもでき、酸素、窒素などのガスを添加してもよい。

次に、図30Dに示すように、圧電基板10の露出した開口部32を含むレジスト膜30の全面に導電膜として厚さ $0.1\mu\text{m}$ のアルミニウム膜34を真空蒸着法により形成する。

次に、図30Eに示すように、リフトオフ法を用いてIDTパターンの導電膜12を形成する。すなわち、溶媒にてレジスト膜30を溶解して除去すると、レジスト膜30上のアルミニウム膜34がリフトオフされ、開口部32にのみアルミニウム膜34が残り、IDTパターンの導電膜12が形成される。

なお、アルミニウム膜34は、スパッタリング法等によっても形成することができるが、リフトオフの際にアルミニウム膜34を除去しやすいので、真空蒸着法による形成が望ましい。

このように、本実施形態によれば、同一のマスクを用いて絶縁膜と導電膜の形成を行うので、それぞれのパターン間のずれが無く、整合性よく形成できる。加えて、絶縁膜と導電膜の厚さをそれぞれ独立に設定することができる。したがって、IDTでの質量的な不連続を低減でき、弾性表面波の伝搬損失を低く抑え、よりすぐれた特性の弾性表面波装置を簡単な工程で作製することができる。

本発明は上述した実施形態に限らず種々の変形が可能である。

例えば、上述した実施形態では、IDTなどを構成する金属としてアルミニウムを用いているが、ストレスマイグレーションを低減する程度のCu、Si、Coなどを添加してもよいし、配向性のアルミニウム膜を用いてもよいし、金などの他の金属を用いてもよい。

また、上述した実施形態では、絶縁膜としてSiO<sub>2</sub>を用いているが、窒化珪素膜などの他の無機化合物を用いてもよい。また、それらを積層してもよい。

また、上述した実施形態では、エッチングガスとしてCF<sub>4</sub>を用いているが、CHF<sub>3</sub>等の他のフッ化炭素化合物を用いてもよいし、酸素、窒素などのガスを添

加してもよい。また、ドライエッチングではなくウェットエッチングを用いてもよい。

また、上述した一実施形態では、入力IDT、出力IDT、ショートストリップを用いたトランスバーサルフィルタに本発明を適用したが、伝搬路上にショートストリップを設けなくてもよく、他の電極形式を用いてもよい。例えば、一対のグレーティング反射器の間に櫛型電極を設けた共振子型のフィルタや、共振子

、多数の櫛型電極を並列に接続した構造（I I D T構造）などにも本発明を適用することもできる。

また、上述した他の実施形態では、2つのI D Tを用いたフィルタに本発明を適用したが、3つ以上のI D Tや、反射器等を用いた他の構造のフィルタや、共振子等にも適用できる。

#### [産業上の利用可能性]

本発明は、圧電基板上に弾性表面波を励起、受信、反射、伝搬する電極が設けられた弾性表面波装置に適しており、特に、伝搬モードとしてリーキー波および縦波型リーキー波などの圧電基板の深さ方向にバルク波を放射しながら伝搬する1 G H z以上の高い周波数の弾性表面波を用いた弾性表面波装置として有用である。

#### 補正書の請求の範囲

[1995年12月27日(27. 12. 95)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲9及び13は取り下げられた；出願当初の請求の範囲10, 11, 14-20は補正された；新しい請求の範囲21-33が加えられた；他の請求の範囲は変更無し。(11頁)]

#### 1. 圧電基板と、

前記圧電基板上に形成された導電膜から構成され、弾性表面波を励起、受信、反射、伝搬する電極と、

前記電極内の導電膜の設けられた第1の領域と、前記電極内の導電膜の設けられていない第2の領域とのうち、少なくとも前記第2の領域に形成された絶縁膜とを有し、

前記弾性表面波が、前記圧電基板の深さ方向にバルク波の少なくとも1つの横波成分を放射しながらその表面を伝搬するものであり、

前記第1の領域と、前記第2の領域の前記弾性表面波に対する音響インピーダンスがほぼ等しくなるように、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さ $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ ) と、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さ $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ ) とが設定



されている

ことを特徴とする弾性表面波装置。

2. 請求の範囲第1項記載の弾性表面波装置において、

前記絶縁膜は、前記第1の領域を覆っていることを特徴とする弾性表面波装置

。

3. 請求の範囲第1項又は第2項記載の弾性表面波装置において、

前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記弾性表面波の波長を $\lambda$ とし、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差 ( $H_m + H_{p1} - H_{p2}$ ) が次式

$$-0.03 \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / \lambda \leq 0.01$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置。

4. 請求の範囲第1項又は第2項記載の弾性表面波装置において、

前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記電極内の前記導電膜の電極指周期を $P$ とし、 $2P$ により規格化した、前記絶縁膜の

表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差 ( $H_m + H_{p1} - H_{p2}$ ) / ( $2P$ ) が次式

$$-0.108 \times H_m / (2P) - 8.5 \times 10^{-3}$$

$$\leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq$$

$$-0.150 \times H_m / (2P) - 1.0 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置。

5. 請求の範囲第1項又は第2項記載の弾性表面波装置において、

前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記電極内の前記導電膜の電極指周期を $P$ とし、 $2P$ により規格化した、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差 ( $H_m + H_{p1} - H_{p2}$ ) / ( $2P$ ) が次式

$$\begin{aligned}
 & -0.09 \times H_m / (2P) - 6.6 \times 10^{-3} \\
 & \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq \\
 & -0.24 \times H_m / (2P) + 9.1 \times 10^{-3}
 \end{aligned}$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置。

6. 請求の範囲第1項乃至第5項のいずれかに記載の弾性表面波装置において

前記圧電基板が、四ほう酸リチウム基板であることを特徴とする弾性表面波装置。

7. 請求の範囲第1項乃至第6項のいずれかに記載の弾性表面波装置において

前記圧電基板の表面の切り出し角及び弾性表面波の伝搬方向が、オイラ角表示で ( $0^\circ \sim 45^\circ$ 、 $38^\circ \sim 55^\circ$ 、 $80^\circ \sim 90^\circ$ ) 及びそれと等価な範囲内であることを特徴とする弾性表面波装置。

8. 請求の範囲第1項乃至第6項のいずれかに記載の弾性表面波装置において

前記圧電基板の表面の切り出し角及び弾性表面波の伝搬方向が、オイラ角表示で ( $0^\circ \sim 45^\circ$ 、 $30^\circ \sim 90^\circ$ 、 $40^\circ \sim 65^\circ$ ) 及びそれと等価な範囲内

であることを特徴とする弾性表面波装置。

9. (削除)

10. (補正後) 圧電基板上に所定のパターンの導電膜を形成し、弾性表面波を励起、受信、反射、伝搬するための電極を形成する第1の工程と、

前記電極内の導電膜の設けられた第1の領域と、前記電極内の導電膜の設けられていない第2の領域とに、絶縁膜を形成する第2の工程と、

前記第1の領域の絶縁膜の厚さ  $H_{p1}$  ( $H_{p1} > 0$ ) と、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さ  $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ ) とを、前記第1の領域と前記第2の領域の前記弾性表面波に対する音響インピーダンスがほぼ等しくなるようにする第3の工程と

を有することを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

11. (補正後) 請求の範囲第10項記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記第3の工程は、

前記絶縁膜上に平坦化膜を形成する平坦化工程と、

前記第1の領域の前記絶縁膜が露出するまで、前記平坦化膜をエッチングし、その後は、前記絶縁膜と前記平坦化膜のエッチング選択比が所望の値となるエッチング条件で、前記第1の領域又は前記第2の領域の前記絶縁膜のいずれかをより多くエッチングするエッチング工程と

を有することを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

12. 請求の範囲第11項に記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記エッチング工程は、ドライエッチングであり、エッチング圧を変化することにより、前記絶縁膜と前記平坦化膜のエッチング選択比を制御することを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

13. (削除)

14. (補正後) 請求の範囲第10項乃至第12項のいずれかに記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記弾性表面波装置で励起、受信、反射、伝搬する弾性表面波が、前記圧電基板の深さ方向にバルク波の少なくとも1つの横波成分を放射しなからその表面を

伝搬するものであることを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

15. (補正後) 請求の範囲第10項、第11項、第12項又は第14項に記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} > 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記弾性表面波の波長を $\lambda$ とし、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差 ( $H_m + H_{p1} - H_{p2}$ ) が次式

$$-0.03 \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / \lambda \leq 0.01$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

16. (補正後) 請求の範囲第10項、第11項、第12項又は第14項に記

載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} > 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記電極内の前記導電膜の電極指周期を $P$ とし、 $2P$ により規格化した、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差  $(H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P)$  が次式

$$\begin{aligned} & -0.108 \times H_m / (2P) - 8.5 \times 10^{-3} \\ & \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq \\ & -0.150 \times H_m / (2P) - 1.0 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

17. (補正後) 請求の範囲第10項、第11項、第12項又は第14項に記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} > 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記電極内の前記導電膜の電極指周期を $P$ とし、 $2P$ により規格化した、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差  $(H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P)$  が次式

$$\begin{aligned} & -0.09 \times H_m / (2P) - 6.6 \times 10^{-3} \\ & \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq \end{aligned}$$

$$-0.24 \times H_m / (2P) + 9.1 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

18. (補正後) 請求の範囲第10項、第11項、第12項、第14項、第15項、第16項、又は第17項に記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記圧電基板が、四ほう酸リチウム基板であることを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

19. (補正後) 請求の範囲第10項、第11項、第12項、第14項、第15項、第16項、第17項、又は第18項に記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記圧電基板の表面の切り出し角及び弾性表面波の伝搬方向が、オイラ角表示で ( $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 、 $38^{\circ} \sim 55^{\circ}$ 、 $80^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ) 及びそれと等価な範囲内であることを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

20. (補正後) 請求の範囲第10項、第11項、第12項、第14項、第15項、第16項、第17項、又は第18項に記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記圧電基板の表面の切り出し角及び弾性表面波の伝搬方向が、オイラ角表示で ( $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 、 $30^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 、 $40^{\circ} \sim 65^{\circ}$ ) 及びそれと等価な範囲内であることを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

21. (追加) 圧電基板上に所定のパターンの導電膜を形成し、弾性表面波を励起、受信、反射、伝搬するための電極を形成する第1の工程と、

前記電極内の導電膜の設けられた第1の領域と、前記電極内の導電膜の設けられていない第2の領域とのうち、少なくとも前記第2の領域に絶縁膜を形成する第2の工程と、

前記第1の領域の絶縁膜の厚さ  $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ ) と、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さ  $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ ) とを、前記第1の領域と前記第2の領域の前記弾性表面波に対する音響インピーダンスがほぼ等しくなるようにする第3の工程とを有し、

前記第3の工程は、

前記絶縁膜上に平坦化膜を形成する平坦化工程と、

前記第1の領域の前記絶縁膜が露出するまで、前記平坦化膜をエッチングし、その後は、前記絶縁膜と前記平坦化膜のエッチング選択比が所望の値となるエッチング条件で、前記第1の領域又は前記第2の領域の前記絶縁膜のいずれかをより多くエッチングするエッチング工程と

を有することを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

22. (追加) 請求の範囲第21項記載の弾性表面波装置の製造方法において

前記エッチング工程は、ドライエッチングであり、エッチング圧を変化するこ

とにより、前記絶縁膜と前記平坦化膜のエッチング選択比を制御することを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

23. (追加) 圧電基板上に所定のパターンの導電膜を形成し、弾性表面波を励起、受信、反射、伝搬するための電極を形成する第1の工程と、

前記電極内の導電膜の設けられた第1の領域と、前記電極内の導電膜の設けられていない第2の領域とのうち、少なくとも前記第2の領域に絶縁膜を形成する第2の工程と、

前記第1の領域の絶縁膜の厚さ $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ ) と、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さ $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ ) とを、前記第1の領域と前記第2の領域の前記弾性表面波に対する音響インピーダンスがほぼ等しくなるようにする第3の工程とを有し、

前記弾性表面波装置で励起、受信、反射、伝搬する弾性表面波が、前記圧電基板の深さ方向にバルク波の少なくとも1つの横波成分を放射しながらその表面を伝搬するものであることを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

24. (追加) 圧電基板上に所定のパターンの導電膜を形成し、弾性表面波を励起、受信、反射、伝搬するための電極を形成する第1の工程と、

前記電極内の導電膜の設けられた第1の領域と、前記電極内の導電膜の設けられていない第2の領域とのうち、少なくとも前記第2の領域に絶縁膜を形成する第2の工程と、

前記第1の領域の絶縁膜の厚さ $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ ) と、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さ $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ ) とを、前記第1の領域と前記第2の領域の

前記弾性表面波に対する音響インピーダンスがほぼ等しくなるようにする第3の工程とを有し、

前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記弾性表面波の波長を $\lambda$ とし、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差 ( $H_m + H_{p1} - H_{p2}$ ) が次式

$$-0.03 \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / \lambda \leq 0.01$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

25. (追加) 圧電基板上に所定のパターンの導電膜を形成し、弾性表面波を励起、受信、反射、伝搬するための電極を形成する第1の工程と、

前記電極内の導電膜の設けられた第1の領域と、前記電極内の導電膜の設けられていない第2の領域とのうち、少なくとも前記第2の領域に絶縁膜を形成する第2の工程と、

前記第1の領域の絶縁膜の厚さ $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ ) と、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さ $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ ) とを、前記第1の領域と前記第2の領域の前記弾性表面波に対する音響インピーダンスがほぼ等しくなるようにする第3の工程とを有し、

前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記電極内の前記導電膜の電極指周期を $P$ とし、 $2P$ により規格化した、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差  $(H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P)$  が次式

$$\begin{aligned} & -0.108 \times H_m / (2P) - 8.5 \times 10^{-3} \\ & \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq \\ & -0.150 \times H_m / (2P) - 1.0 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

26. (追加) 圧電基板上に所定のパターンの導電膜を形成し、弾性表面波を励起、受信、反射、伝搬するための電極を形成する第1の工程と、

前記電極内の導電膜の設けられた第1の領域と、前記電極内の導電膜の設けられていない第2の領域とのうち、少なくとも前記第2の領域に絶縁膜を形成する第2の工程と、

前記第1の領域の絶縁膜の厚さ $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ ) と、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さ $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ ) とを、前記第1の領域と前記第2の領域の前記弾性表面波に対する音響インピーダンスがほぼ等しくなるようにする第3の工程とを有し、

前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} \geq 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記電極内の前記導電膜の電極指周期を $P$ とし、 $2P$ により規格化した、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差  $(H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P)$  が次式

$$\begin{aligned} & -0.09 \times H_m / (2P) - 6.6 \times 10^{-3} \\ & \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq \\ & -0.24 \times H_m / (2P) + 9.1 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

27. (追加) 圧電基板上に絶縁膜を形成する第1の工程と、  
前記絶縁膜上に電極の導電膜が形成される第1の領域が開口した開口部を有するマスクを形成する第2の工程と、

前記マスクを用いて、前記第1の領域の前記絶縁膜を除去する第3の工程と、  
前記マスク上及び前記第1の領域の前記圧電基板上に、導電膜を形成する第4の工程と、

前記マスクを除去することにより、前記マスク上の前記導電膜を除去して、前記第1の領域の前記導電膜からなる電極を形成する第5の工程とを有し、

前記弾性表面波装置で励起、受信、反射、伝搬する弾性表面波が、前記圧電基板の深さ方向にバルク波の少なくとも1つの横波成分を放射しなからその表面を伝搬するものであることを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

28. (追加) 圧電基板上に絶縁膜を形成する第1の工程と、  
前記絶縁膜上に電極の導電膜が形成される第1の領域が開口した開口部を有するマスクを形成する第2の工程と、

前記マスクを用いて、前記第1の領域の前記絶縁膜を除去する第3の工程と、  
前記マスク上及び前記第1の領域の前記圧電基板上に、導電膜を形成する第4の工程と、

前記マスクを除去することにより、前記マスク上の前記導電膜を除去して、前記第1の領域の前記導電膜からなる電極を形成する第5の工程とを有し、



前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} = 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記弾性表面波の波長を $\lambda$ とし、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差 ( $H_m + H_{p1} - H_{p2}$ ) が次式

$$-0.03 \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / \lambda \leq 0.01$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

29. (追加) 圧電基板上に絶縁膜を形成する第1の工程と、

前記絶縁膜上に電極の導電膜が形成される第1の領域が開口した開口部を有するマスクを形成する第2の工程と、

前記マスクを用いて、前記第1の領域の前記絶縁膜を除去する第3の工程と、

前記マスク上及び前記第1の領域の前記圧電基板上に、導電膜を形成する第4の工程と、

前記マスクを除去することにより、前記マスク上の前記導電膜を除去して、前記第1の領域の前記導電膜からなる電極を形成する第5の工程とを有し、

前記導電膜の厚さを $H_m$ 、前記第1の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p1}$  ( $H_{p1} = 0$ )、前記第2の領域の前記絶縁膜の厚さを $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記電極内の前記導電膜の電極指周期を $P$ とし、 $2P$ により規格化した、前記絶縁膜の表面の前記第1の領域と前記第2の領域の境界の段差 ( $H_m + H_{p1} - H_{p2}$ ) / ( $2P$ ) が次式

$$\begin{aligned} -0.108 \times H_m / (2P) - 8.5 \times 10^{-3} \\ \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq \\ -0.150 \times H_m / (2P) - 1.0 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

30. (追加) 圧電基板上に絶縁膜を形成する第1の工程と、

前記絶縁膜上に電極の導電膜が形成される第1の領域が開口した開口部を有するマスクを形成する第2の工程と、

前記マスクを用いて、前記第1の領域の前記絶縁膜を除去する第3の工程と、

前記マスク上及び前記第1の領域の前記圧電基板上に、導電膜を形成する第4

の工程と、

前記マスクを除去することにより、前記マスク上の前記導電膜を除去して、前記第 1 の領域の前記導電膜からなる電極を形成する第 5 の工程とを有し、

前記導電膜の厚さを  $H_m$ 、前記第 1 の領域の前記絶縁膜の厚さを  $H_{p1}$  ( $H_{p1} = 0$ )、前記第 2 の領域の前記絶縁膜の厚さを  $H_{p2}$  ( $H_{p2} > 0$ )、前記電極内の前記導電膜の電極指周期を  $P$  とし、 $2P$  により規格化した、前記絶縁膜の表面の前記第 1 の領域と前記第 2 の領域の境界の段差  $(H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P)$  が次式

$$\begin{aligned} & -0.09 \times H_m / (2P) - 6.6 \times 10^{-3} \\ & \leq (H_m + H_{p1} - H_{p2}) / (2P) \leq \\ & -0.24 \times H_m / (2P) + 9.1 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

を満たすことを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

31. (追加) 請求の範囲第 21 項乃至第 34 項のいずれかに記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記圧電基板が、四ほう酸リチウム基板であることを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

32. (追加) 請求の範囲第 21 項乃至第 35 項のいずれかに記載の弾性表面波装置の製造方法において、

前記圧電基板の表面の切り出し角及び弾性表面波の伝搬方向が、オイラ角表示で ( $0^\circ \sim 45^\circ$ 、 $38^\circ \sim 55^\circ$ 、 $80^\circ \sim 90^\circ$ ) 及びそれと等価な範囲内であることを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

33. (追加) 請求の範囲第 21 項乃至第 35 項のいずれかに記載の弾性表面波装置の製造方法において、

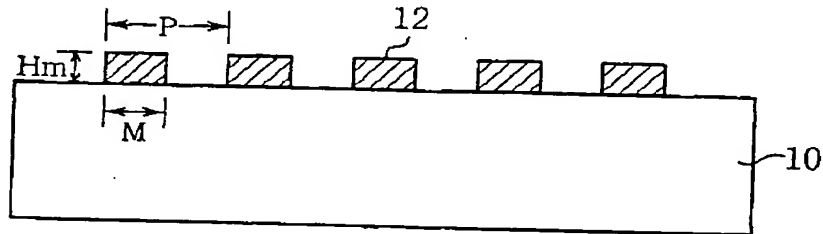
前記圧電基板の表面の切り出し角及び弾性表面波の伝搬方向が、オイラ角表示で ( $0^\circ \sim 45^\circ$ 、 $30^\circ \sim 90^\circ$ 、 $40^\circ \sim 65^\circ$ ) 及びそれと等価な範囲内

であることを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

引用文献（JP, 60-90412, A（パイオニア株式会社））で開示されている技術的事項を考慮して、請求の範囲第9項及び第13項を削除しました。請求の範囲第10項、第11項、第14項乃至第20項の補正、及び請求の範囲第21項乃至第33項の追加は、請求の範囲第9項及び第13項の削除に対応したものであり、実質的な内容を変更するものではありません。

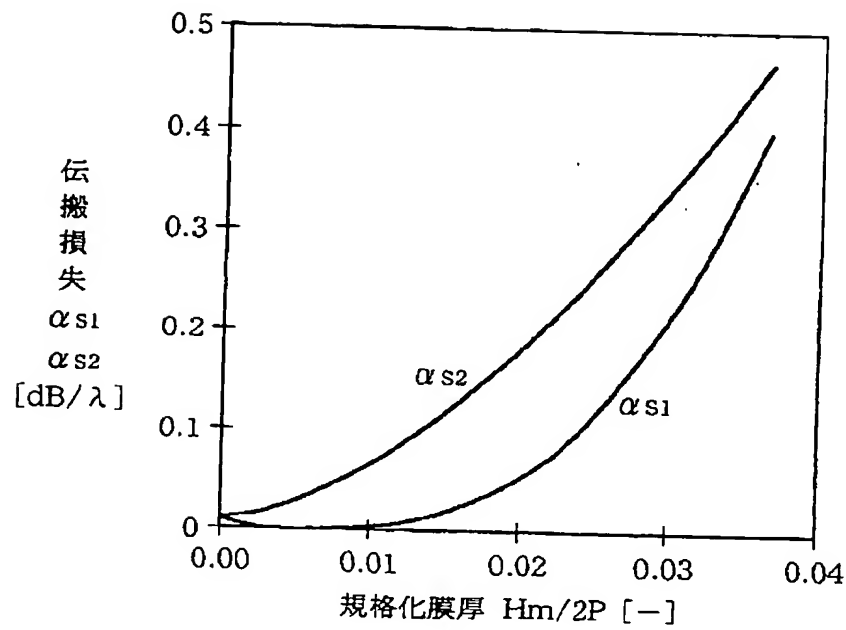
【図1】

FIG. 1



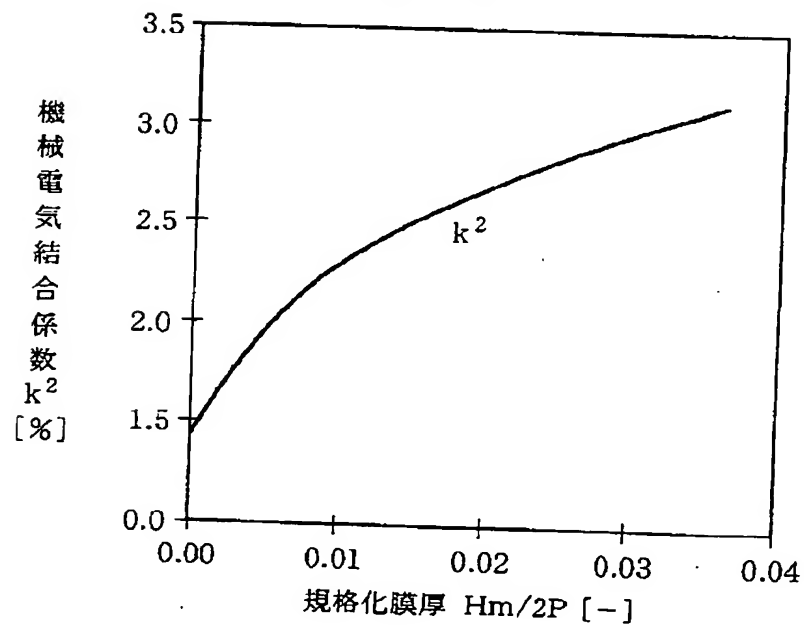
【図2】

FIG. 2



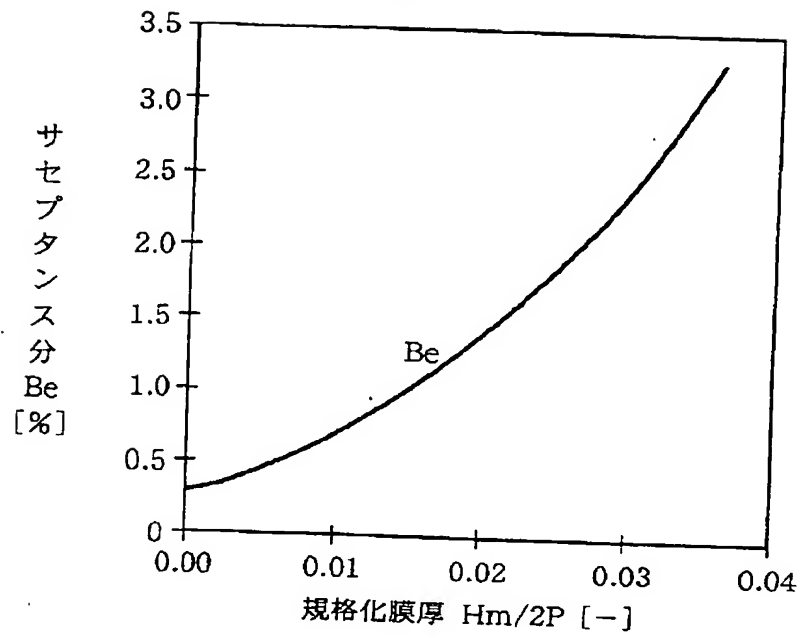
【図3】

FIG. 3



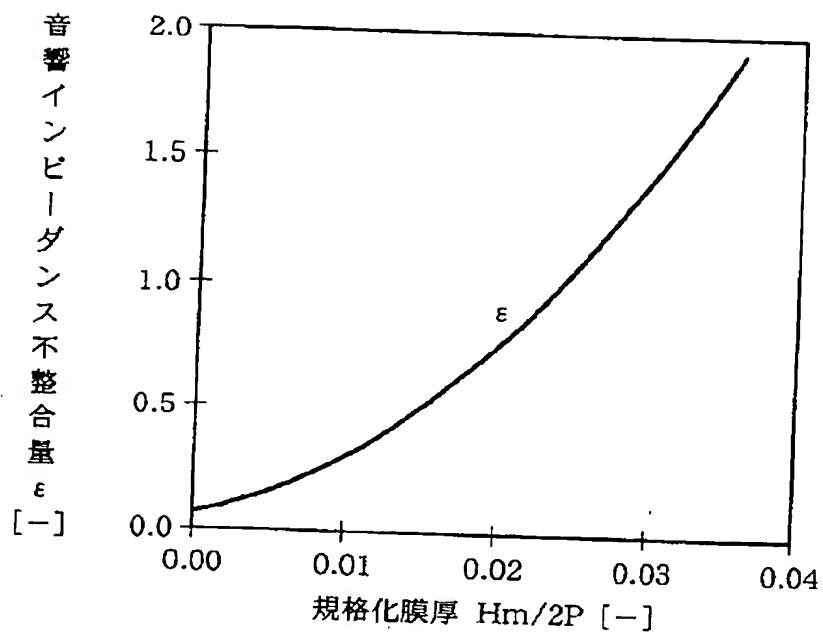
【図4】

FIG. 4

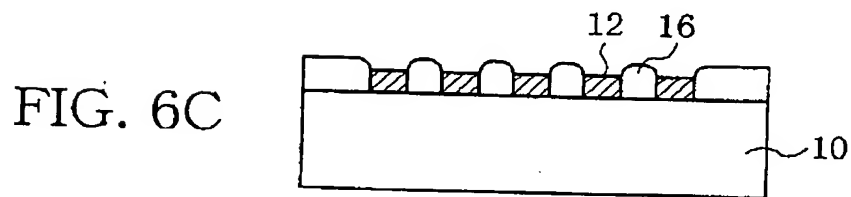
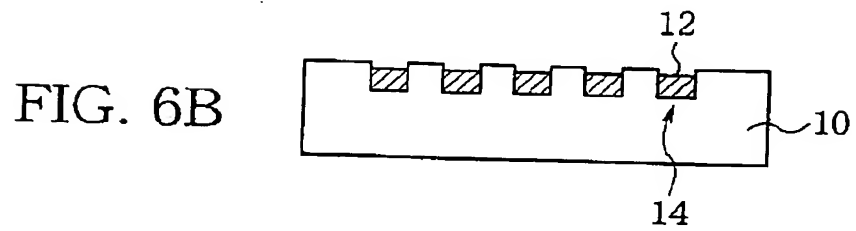
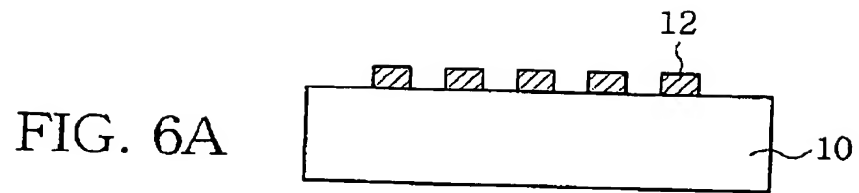


【図5】

FIG. 5

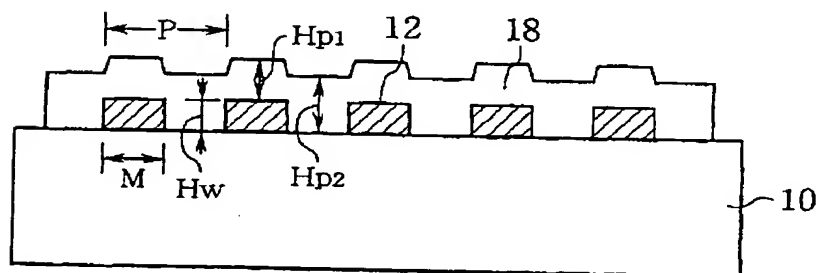


【図6】

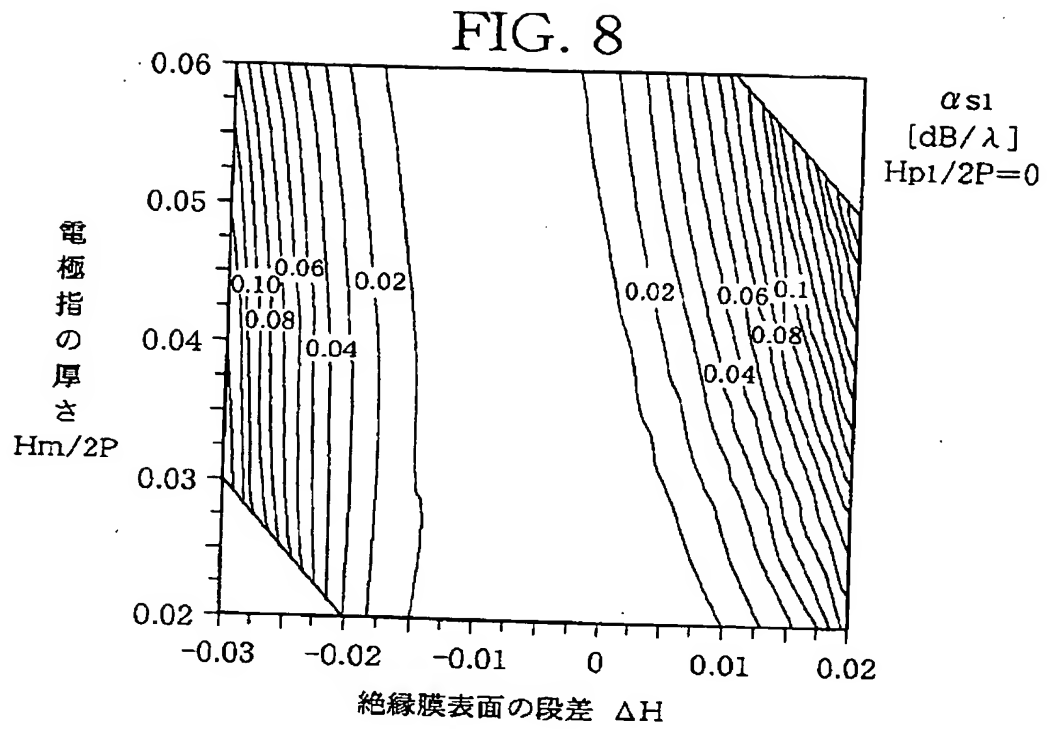


【図7】

FIG. 7

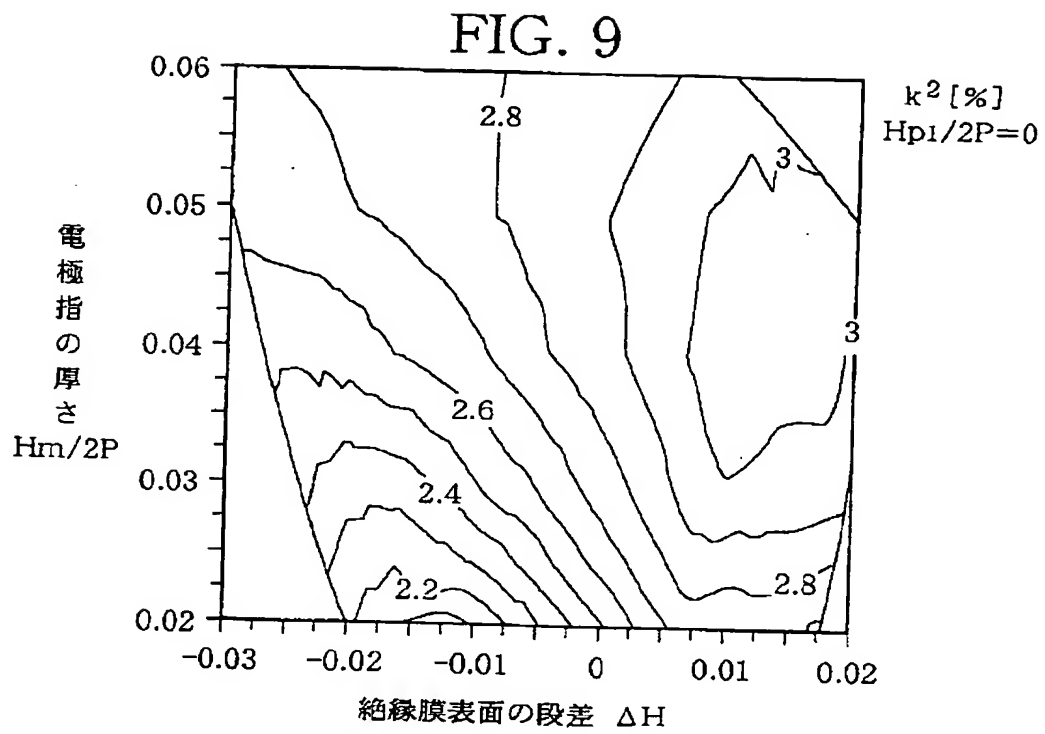


【図8】

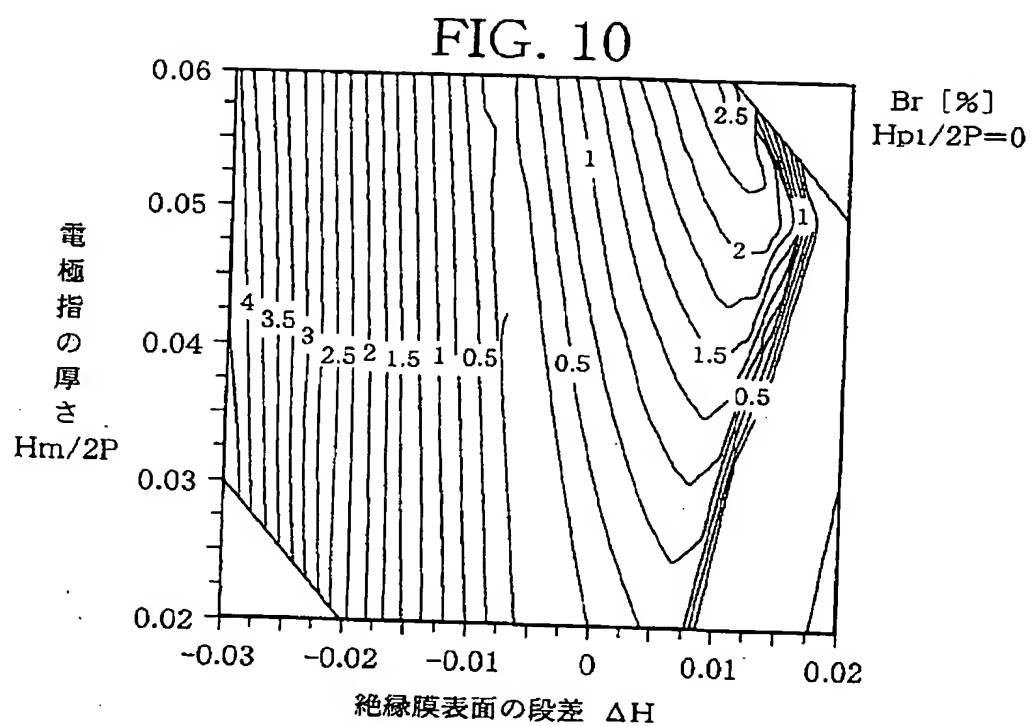




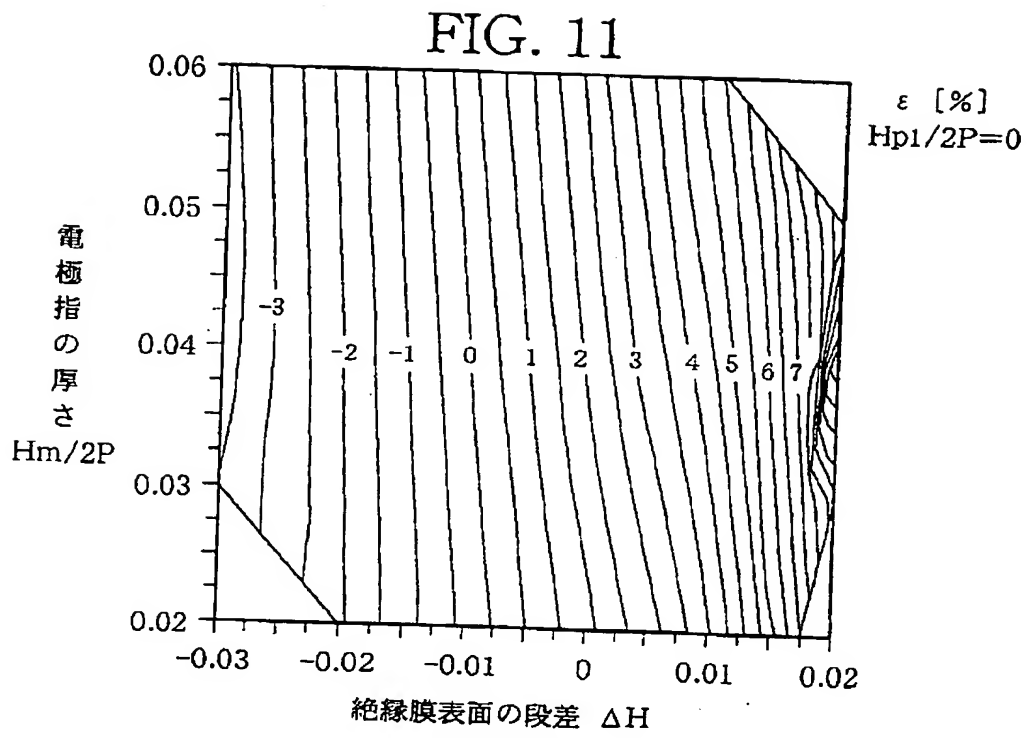
【図9】



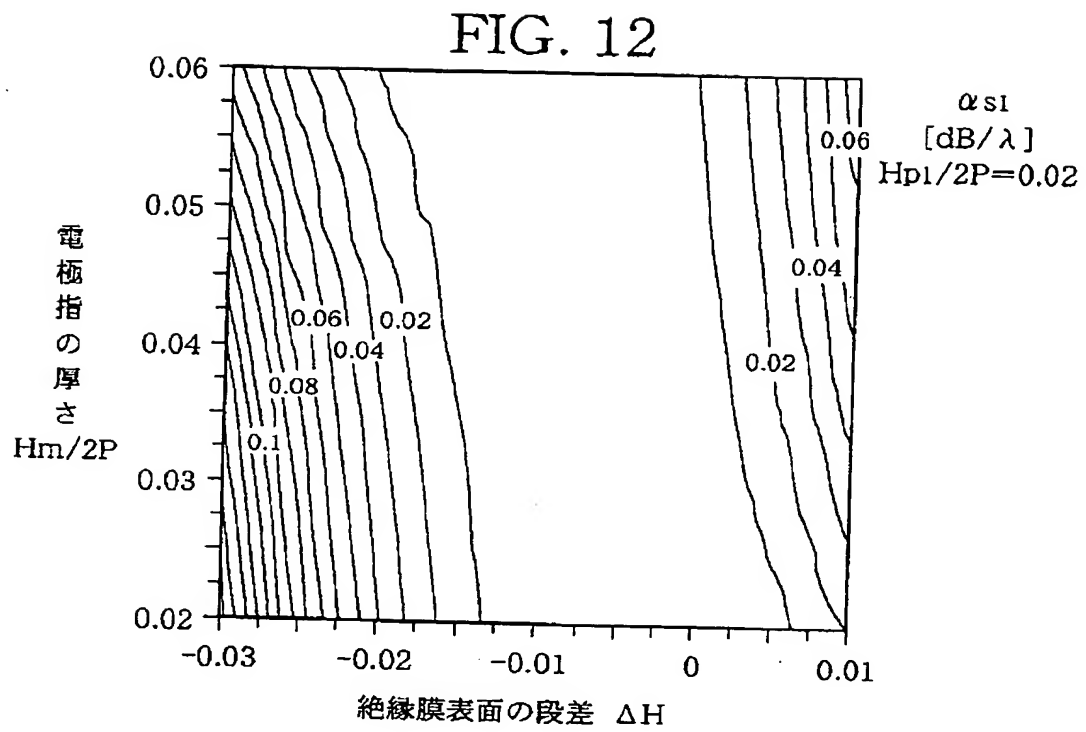
【図10】



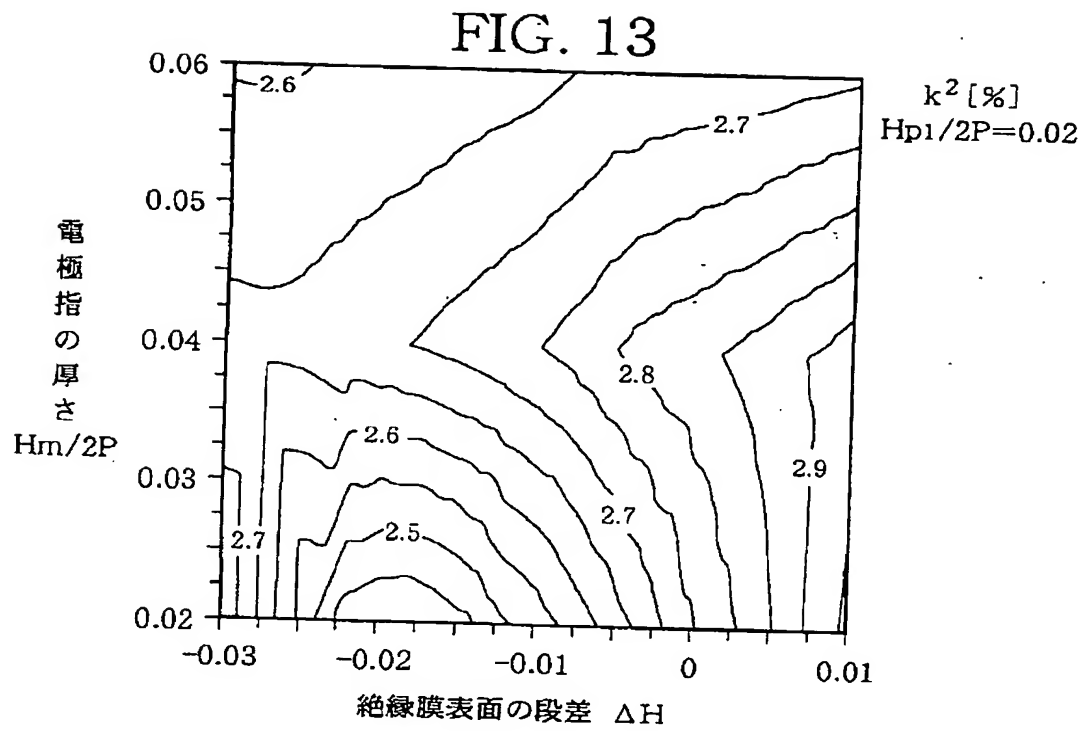
【図 11】



【図12】

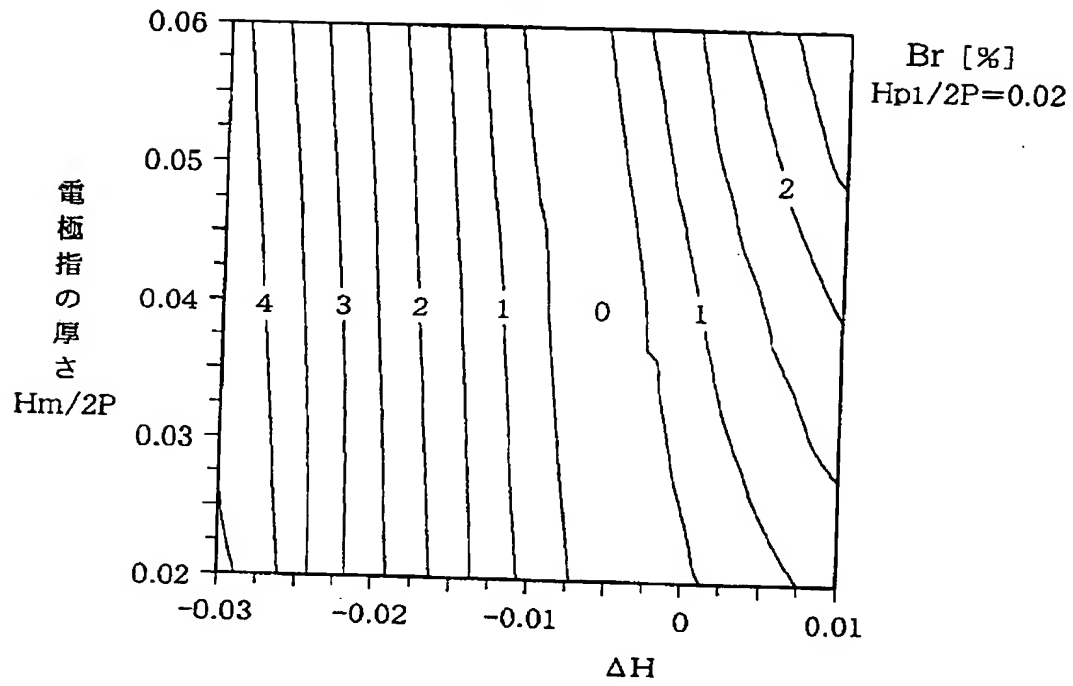


【図13】



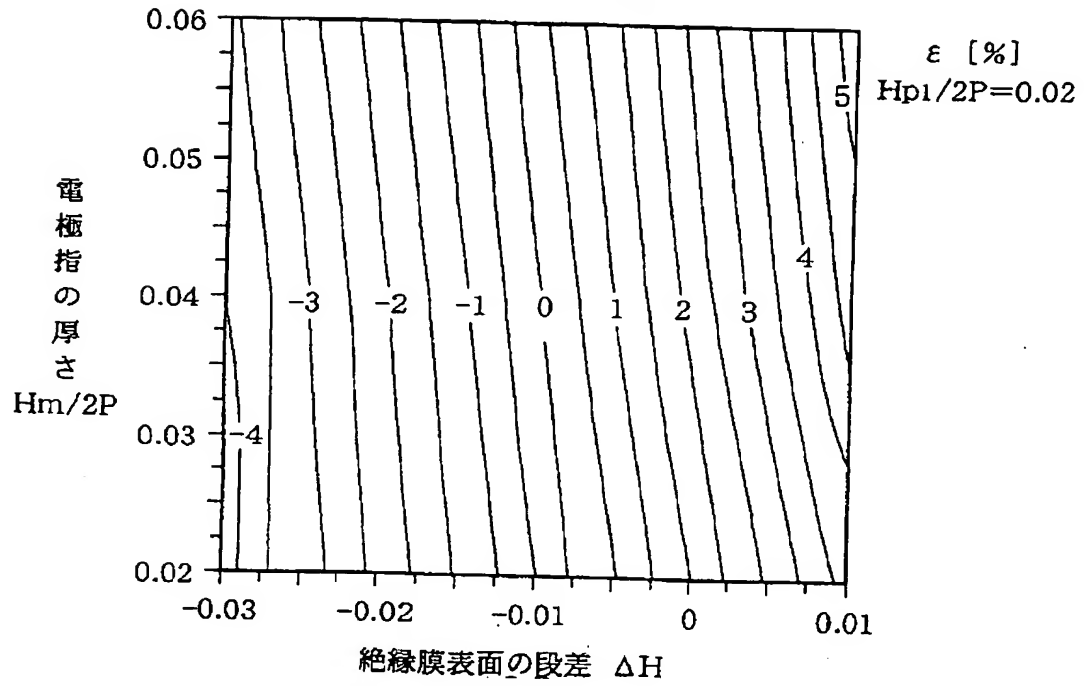
【図14】

FIG. 14



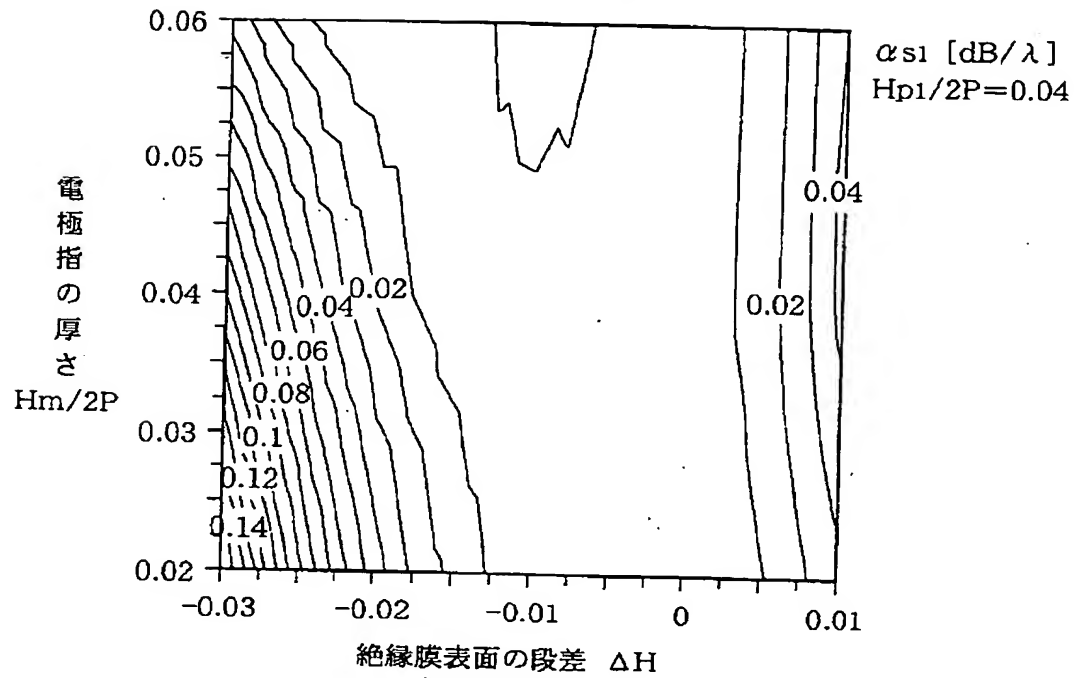
【図15】

FIG. 15



【図16】

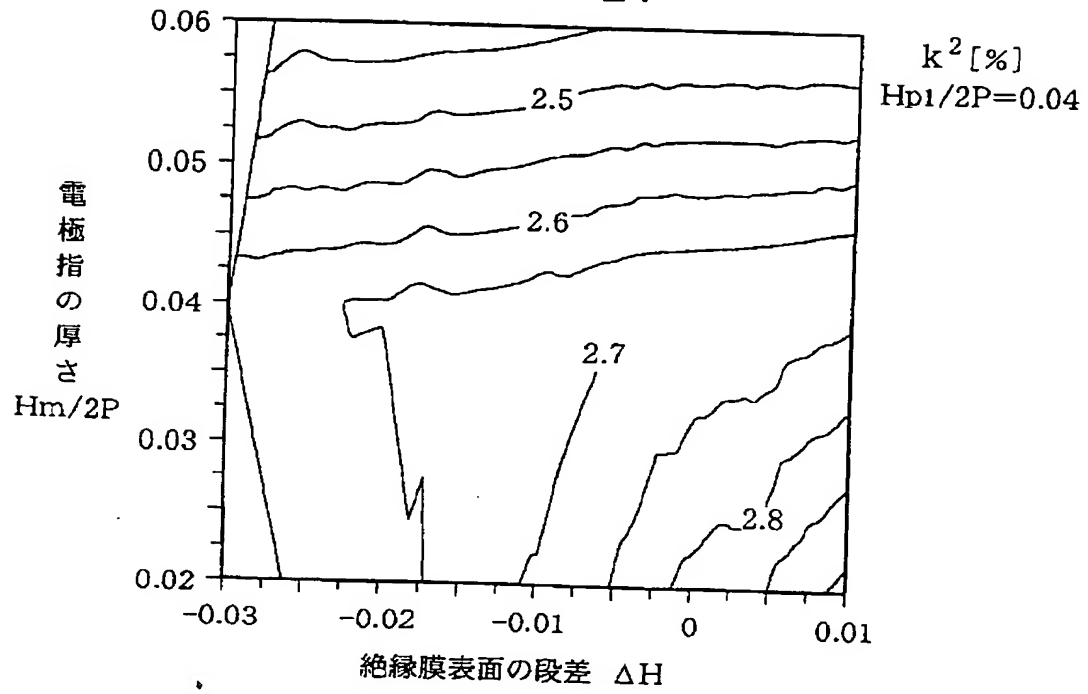
FIG. 16





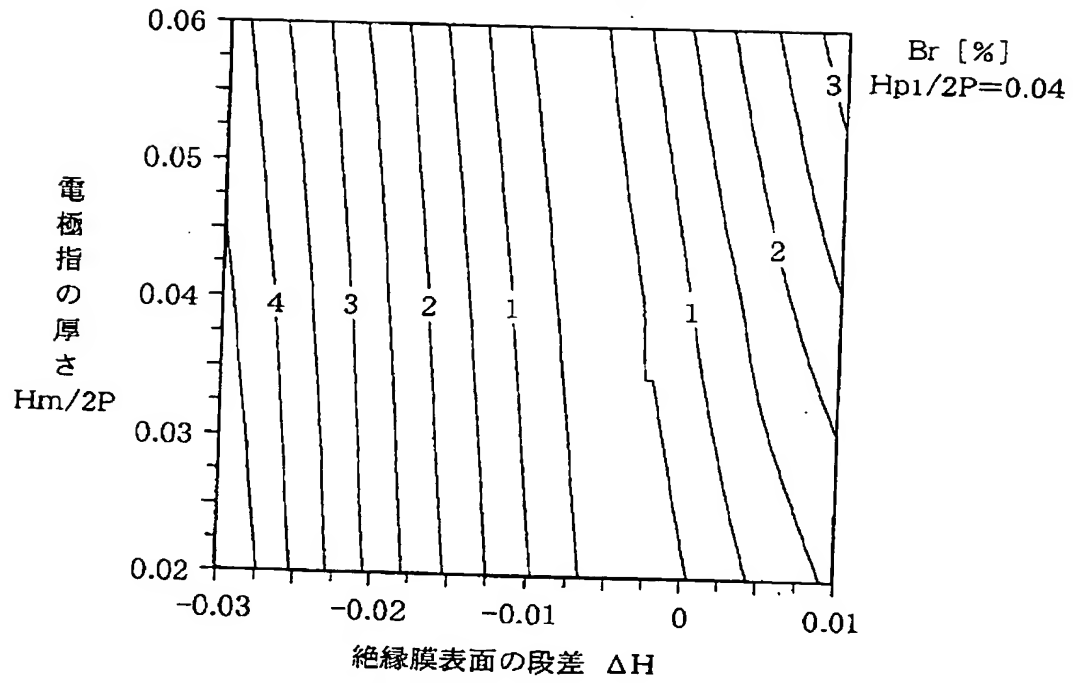
【図17】

FIG. 17



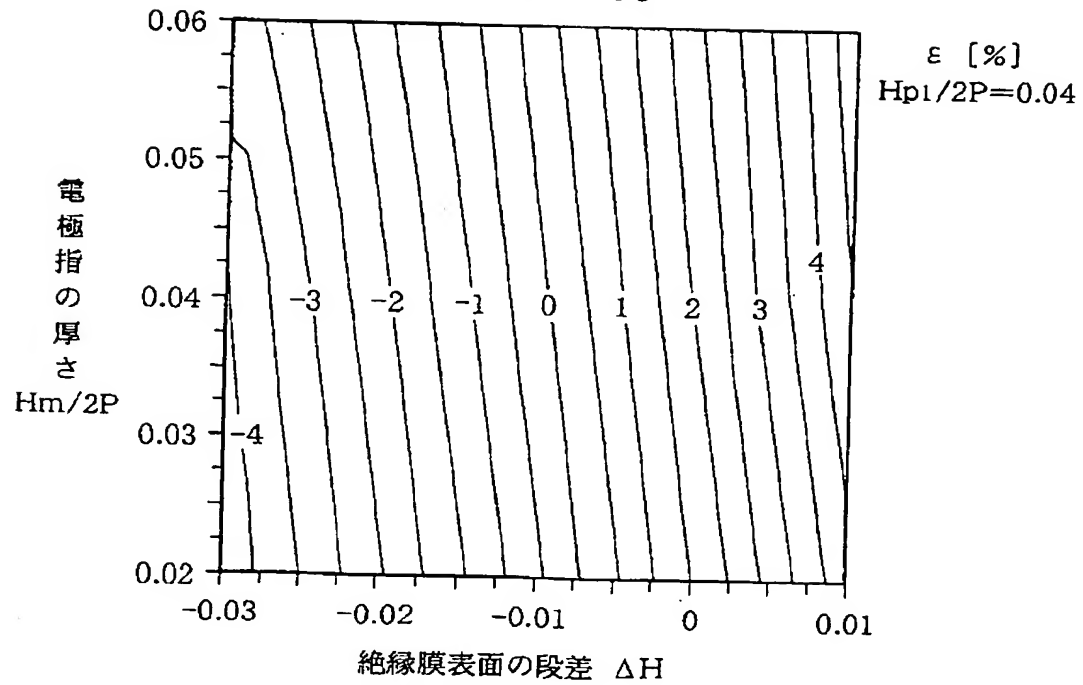
【図18】

FIG. 18



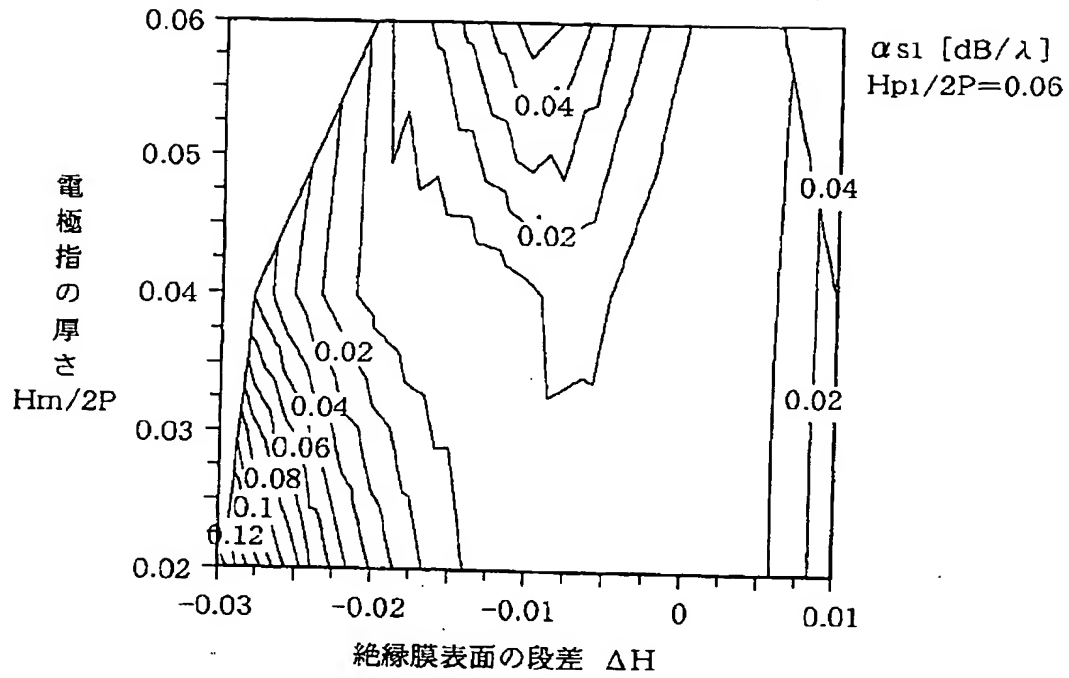
【図19】

FIG. 19

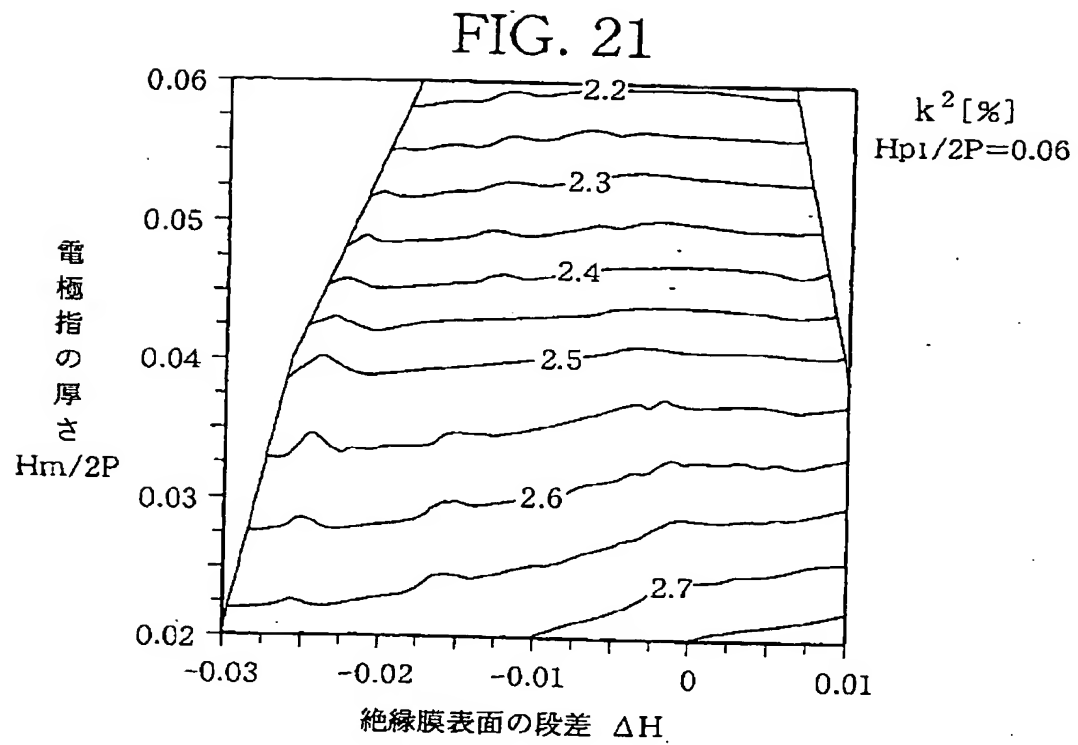


【図20】

FIG. 20

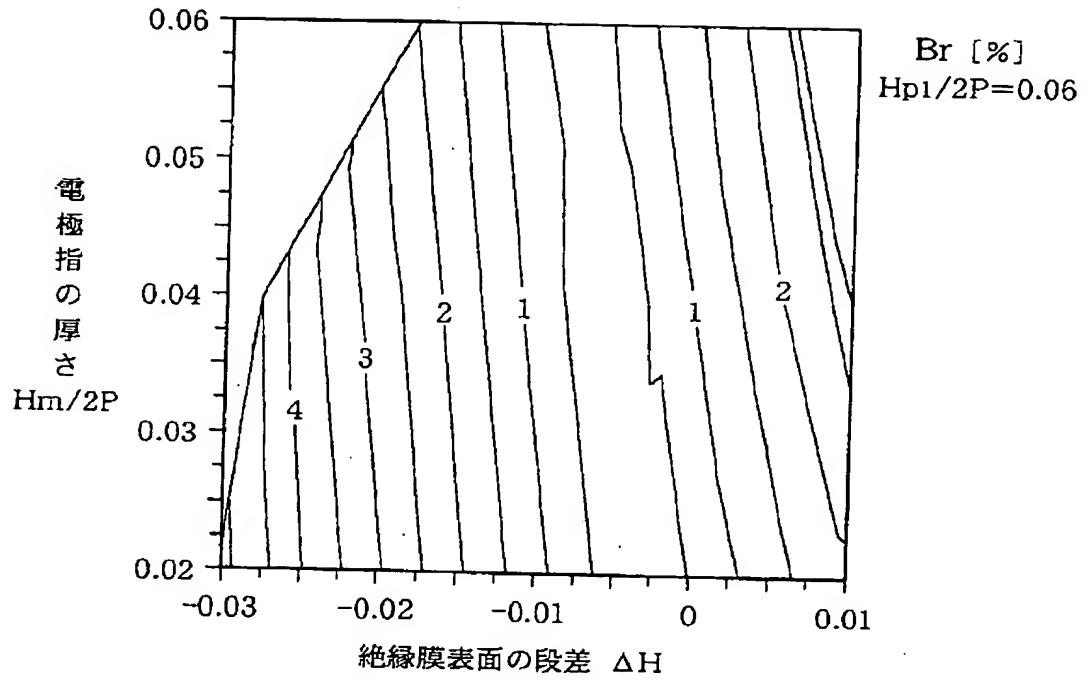


【図21】

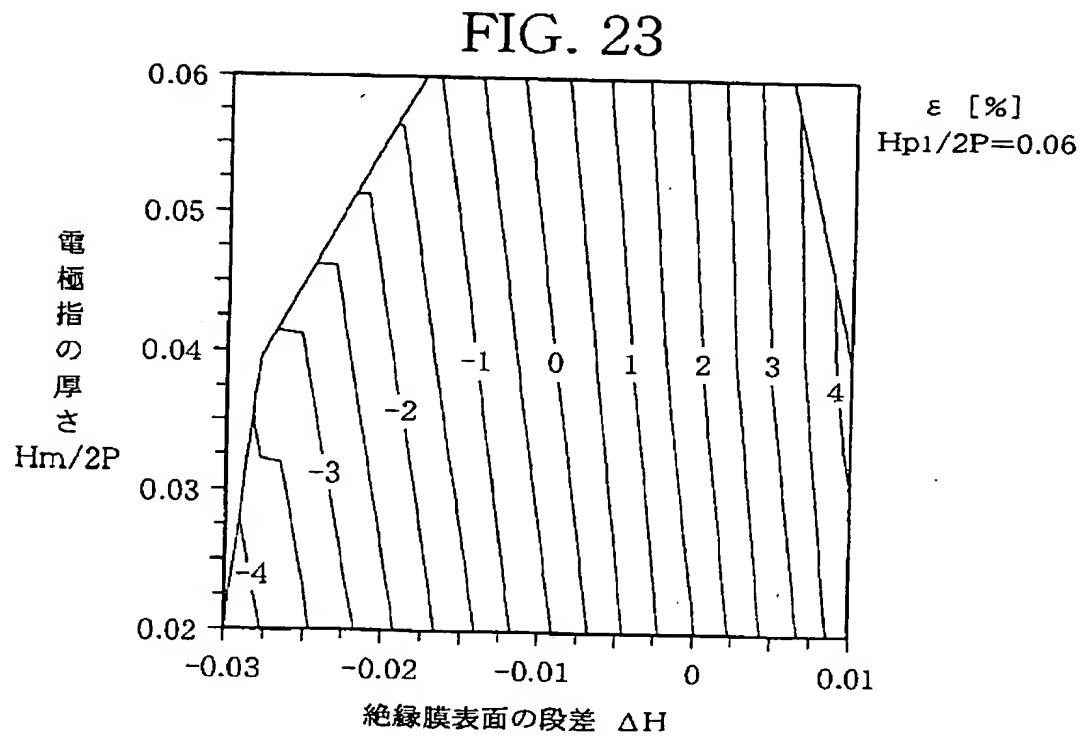


【図22】

FIG. 22

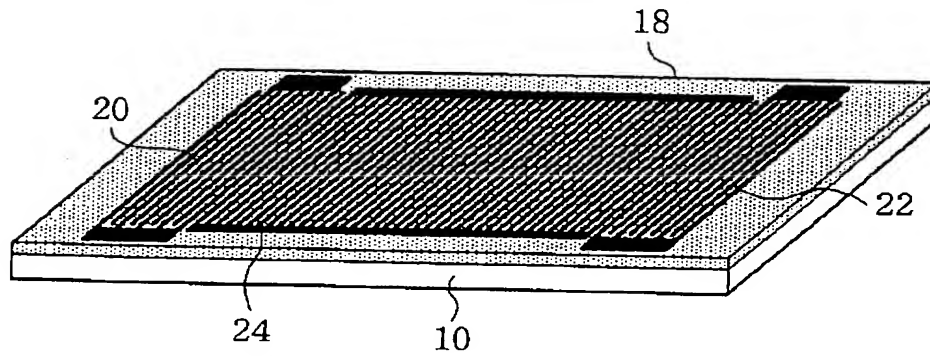


【図23】



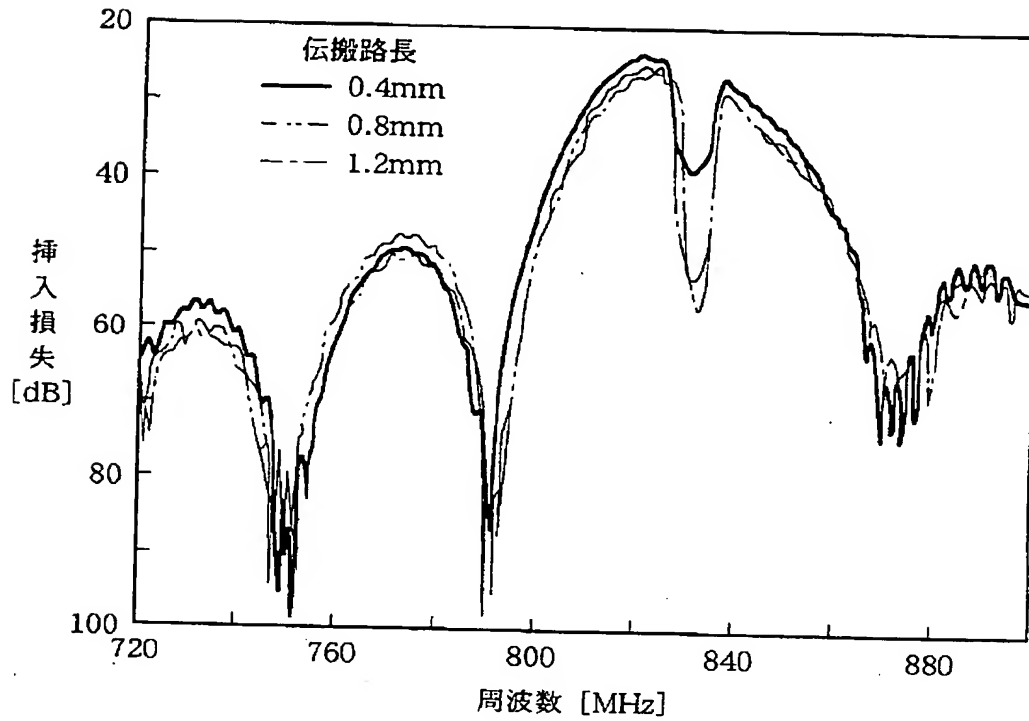
【図24】

FIG. 24



【図25】

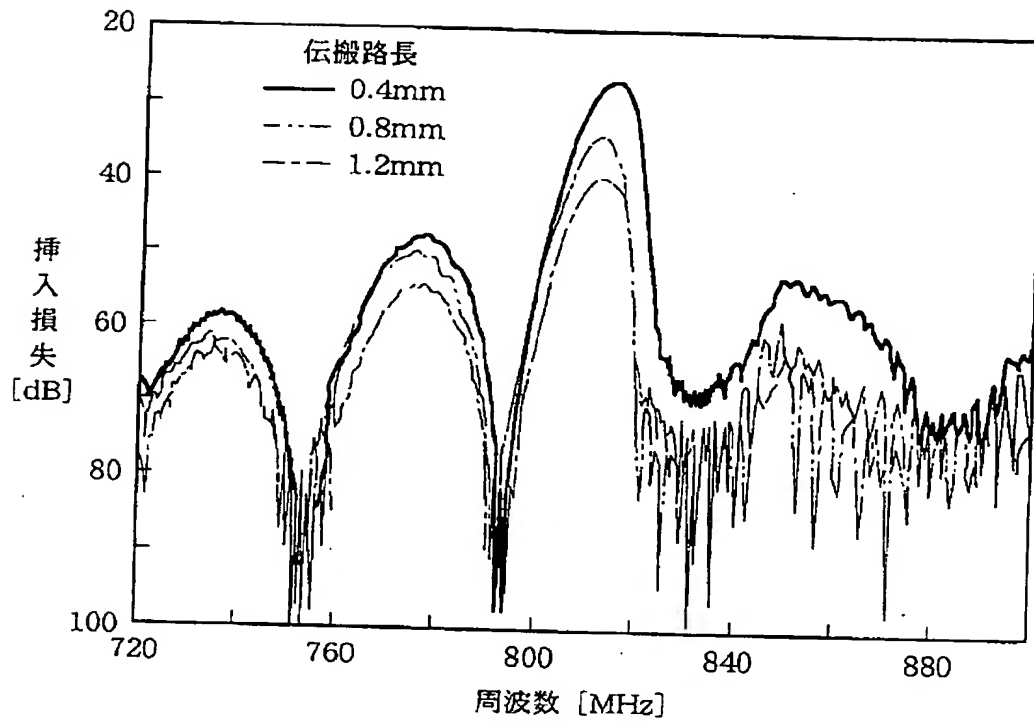
FIG. 25



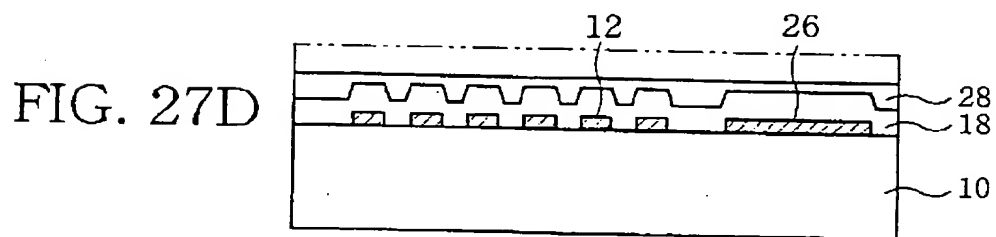
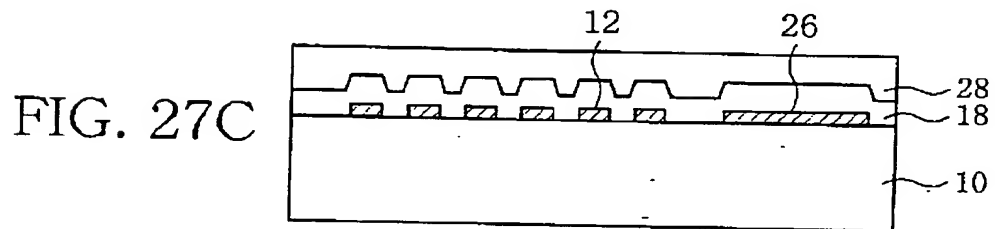
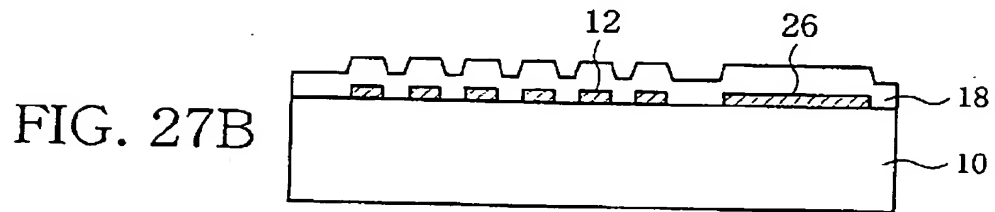
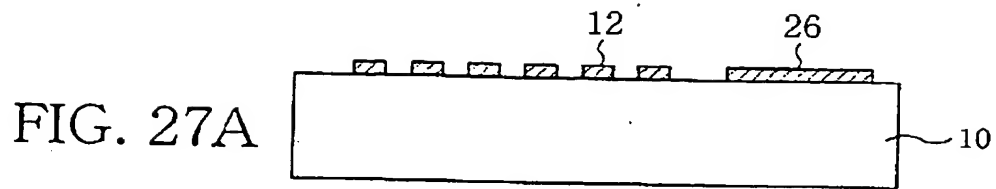


【図 26】

FIG. 26

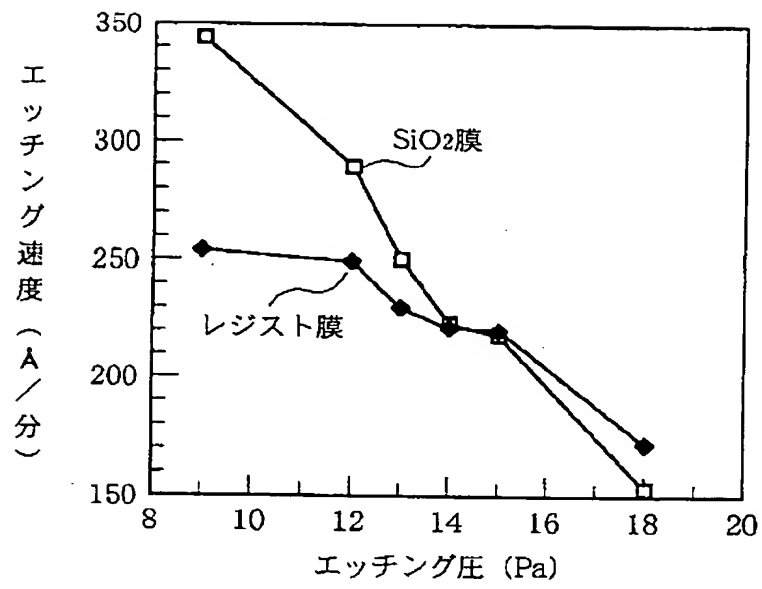


【図27】

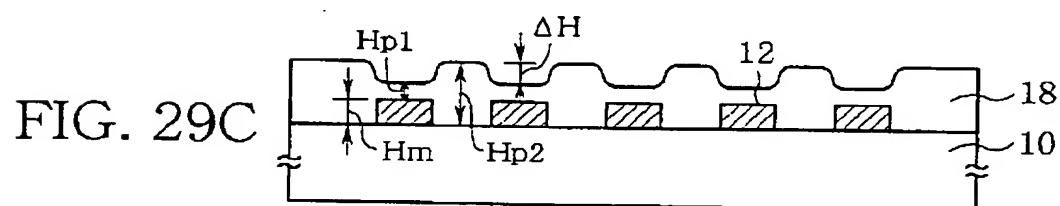
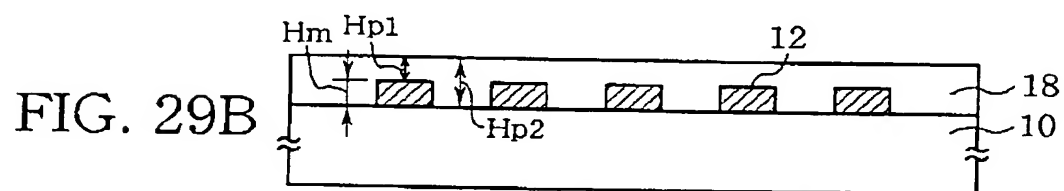
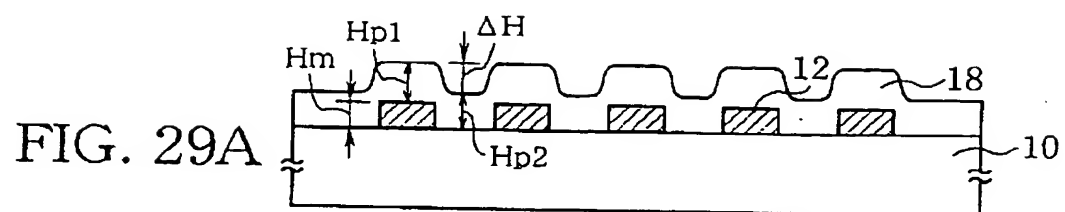


【図28】

FIG. 28



【図29】



【図30】

FIG. 30A

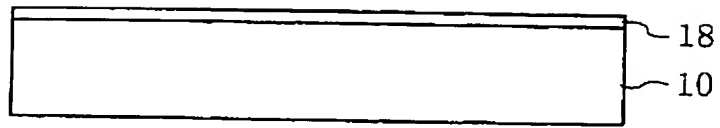


FIG. 30B

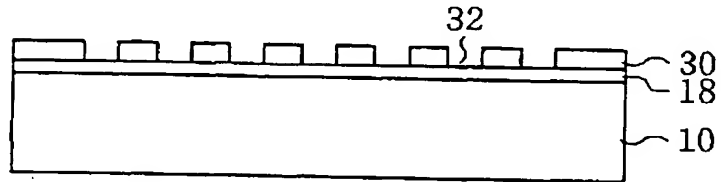


FIG. 30C

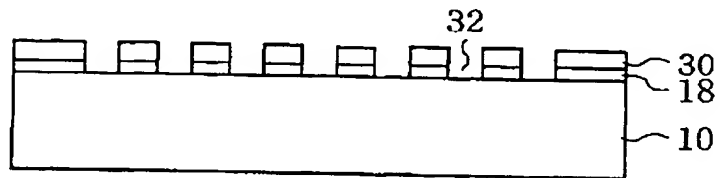


FIG. 30D

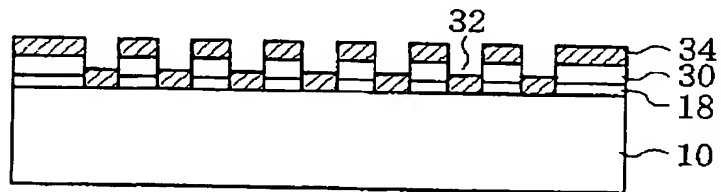
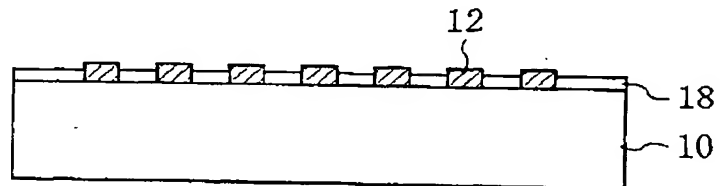
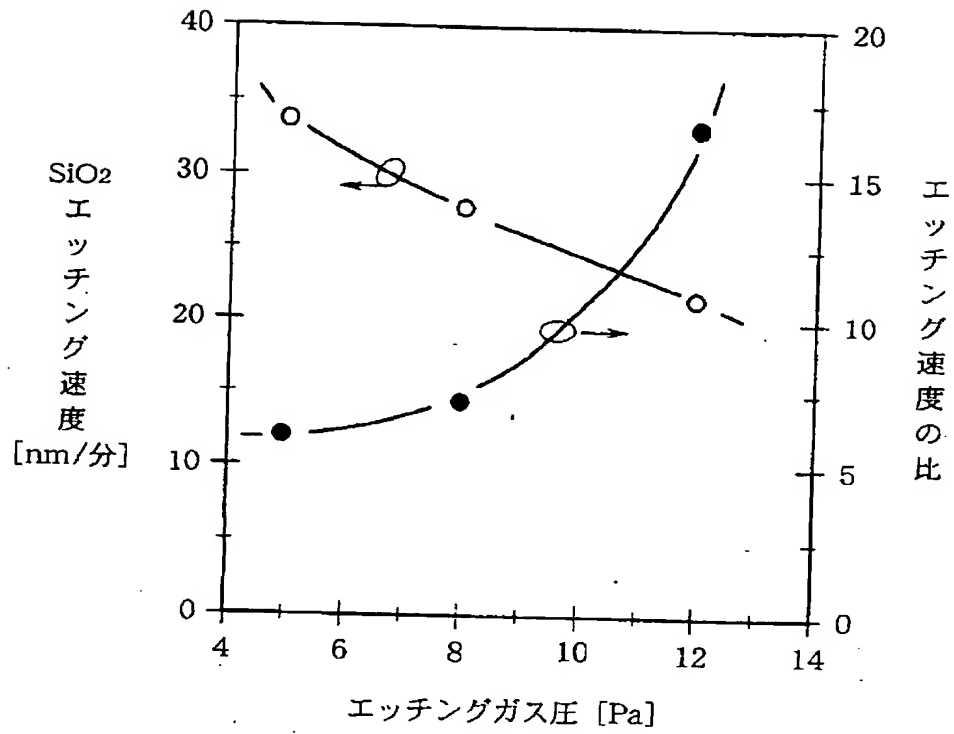


FIG. 30E



【図31】

FIG. 31



## 【国際調査報告】

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP 95/01554
A. 発明の属する分野の「J」(国際特許分類(IPC))		
Int. Cl. H03H3/08, 9/25		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))		
Int. Cl. H03H3/08, 9/25		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1926-1995年 日本国公開実用新案公報 1971-1995年		
国際調査で利用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y  A	JP, 60-90412, A(バイオニア株式会社), 21. 5月. 1985(21. 05. 85), 第2頁右下欄10行-14行, 第3頁左上欄第9-16行, 第2図, 第3頁左上欄第2行(ファミリーなし)	9, 13 10, 14-15, 18-20, 1-3, 6-8 11, 12, 4, 5, 16, 17
Y	JP, 5-7124, A(日本鉱業株式会社), 14. 1月. 1993(14. 01. 93),	8, 20, 18, 1-3, 6, 14-15
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が刊挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日 若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日 の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と 矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のため に引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規 性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文 献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性 がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日		国際調査報告の発送日
09. 10. 95		31.10.95
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 郵便番号100 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官(権限のある職員) 村上友幸 電話番号 03-3581-1101 内線 3535

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP

95/01554

C (続き)、関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	クレーム, 【0005】(ファミリーなし)	4, 5, 16, 17
Y	JP, 6-112763, A(株式会社 ジャパンエナジー), 22. 4月. 1994(22. 04. 94),	6, 7, 19, 18,
A	クレーム, 第30図(b), (c) & US, 5434465, A	1-3, 14-15 4-5, 16-17
Y	JP, 57-15514, A(日本電気株式会社),	3, 15
A	26. 1月. 1982(26. 01. 82), 第1頁右欄第12行-16行, 第2頁左上欄第20行- 右上欄第20行, 第1図(ファミリーなし)	4, 5, 16, 17
Y	JP, 58-40848, B2(日本電気株式会社),	2, 10, 3-8,
A	8. 9月. 1983(08. 09. 83), 第3頁左欄第17行-右欄第3行, 第1図 (ファミリーなし)	14-20 4, 5, 16, 17



---

フロントページの続き

(81) 指定国            EP (AT, BE, CH, DE,  
DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, M  
C, NL, PT, SE), JP, US

(注) この公表は、国際事務局 (WIPO) により国際公開された公報を基に作成したものである。

なおこの公表に係る日本語特許出願 (日本語実用新案登録出願) の国際公開の効果は、特許法第 184 条の 10 第 1 項 (実用新案法第 48 条の 13 第 2 項) により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。